…OTOGRAPHIQUE

PAR

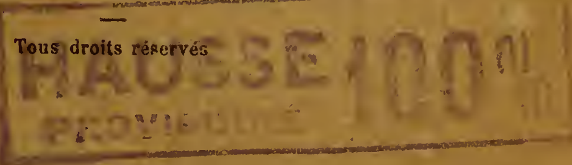
Le Capitaine FRŒLICHER



PARIS

…HARLES MENDEL, ÉDITEUR

118 ET 118 *bis*, RUE D'ASSAS

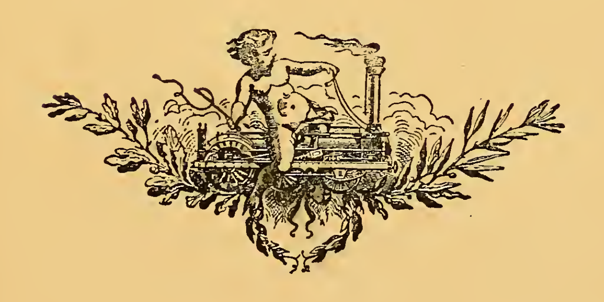


PHYSIQUE PHOTOGRAPHIQUE

PHYSIQUE
PHOTOGRAPHIQUE

PAR

Le Capitaine FRŒLICHER



PARIS
CHARLES MENDEL, ÉDITEUR
118 ET 118 *bis*, RUE D'ASSAS

PRÉFACE

Affranchi le plus possible des expressions et des termes techniques, ce livre doit être compris facilement.

Il passe en revue la suite des phénomènes d'ordre physique qui se produisent au cours des opérations photographiques, depuis le moment où la lumière arrive sur la plaque sensible, jusqu'à celui où l'épreuve positive est complètement terminée.

Il procède par déduction, montrant ainsi, dans l'enchaînement des faits, l'unité même des phénomènes, auxquels préside constamment ce grand artisan, la lumière, sans laquelle n'existeraient dans l'Univers ni le mouvement, ni la vie qu'il engendre.

Sous l'impulsion de la lumière qui produit les grands phénomènes de la matière, des agents

secondaires, obscurs tâcherons, travaillent à vaincre l'inertie des corps, à modifier ou à transformer leur contexture moléculaire et atomique, à les douer de nouvelles propriétés.

Tout ce travail mécanique de la matière, toute cette main-d'œuvre, multipliée à l'infini, appartient à la physique; or la physique photographique avait été jusqu'alors assez délaissée par les savants eux-mêmes qui avaient, pendant longtemps, attribué presque exclusivement à la chimie la formation et la fixation de l'image.

La physique et la chimie ont des territoires contestés, des frontières parfois assez mal délimitées, des enclaves; de sorte qu'on peut fort bien passer, sans s'en douter, du domaine de l'une sur celui de l'autre et s'y égarer.

D'autre part, ces deux sciences qui, suivant la théorie atomique, se révèlent de jour en jour comme n'en faisant qu'une, travaillent de concert.

En photographie, les phénomènes physiques accompagnent ou suivent toujours les phénomènes chimiques; ceux-ci opèrent les combinai-

sons, mettent en liberté les molécules; ceux-là s'emparent des molécules, les groupent, les associent, les juxtaposent et les superposent, changent le grain de la pellicule, sa coloration, et déterminent le relief de l'image, susceptible d'accroissement ou de diminution, c'est-à-dire de renforcement ou d'affaiblissement.

Mais cette action physique ne s'exerce pas toujours d'une manière uniforme, elle varie suivant la nature et le dosage des substances employées, la durée de leur emploi, etc.

La pénétration des agents physiques est limitée; elle est parfois arrêtée ou retardée par des obstacles naturels, par la résistance des milieux, par des obstacles qu'ils se créent à eux-mêmes. De là la diversité des résultats et des insuccès qu'on pourra s'éviter, parce qu'on en connaîtra l'origine.

Nous allons donc étudier sommairement l'action de la lumière; nous étudierons ensuite la plaque photographique, puis nous ferons agir la lumière sur la plaque.

Nous étudierons avec soin l'image latente et

les phénomènes qui se produisent en elle : comment elle peut se renforcer ou s'affaiblir, ce qu'elle devient sous l'influence de la chaleur, de l'électricité, des rayons X et même des effluves magnétiques.

Nous suivrons ensuite la venue de cette image dans le révélateur, nous la verrons dépouiller peu à peu ses molécules, les grouper, grossir le grain, former enfin l'image visible.

Nous étudierons le relief interne de ces images dans les plaques minces, épaisses, normales, sousexposées, surexposées, solarisées, nous verrons ce relief se dessiner, s'élever par assises, former des plateaux, arrondir des mamelons, lancer des pics, ou se réduire au contraire, couches par couches, assises par assises, ou bien décapiter ses sommets, dans les opérations du développement, du renforcement et de l'affaiblissement de l'image.

Nous attacherons une importance spéciale au renversement de l'image par suite de surexposition.

Nous verrons ensuite l'action électrolytique du

virage, superposant aux molécules d'argent métallique de minces feuilles d'or, mariant ainsi les tonalités de l'or à celles de l'argent pour donner leur couleur définitive aux épreuves positives.

Nous étudierons les conditions de stabilité des épreuves, leur coloration, et nous serons amenés à traiter de l'obtention directe et indirecte des couleurs.

Enfin, comme l'une et l'autre méthode exigent l'emploi de plaques orthochromatiques, nous exposerons la théorie simplifiée de l'orthochromatisme.

Cette question, si intéressante, était restée aride, obscure et complexe pour la plupart des personnes s'occupant de photographie; nous nous sommes efforcé de la traiter avec clarté, et nous espérons avoir réussi à la rendre à la fois lumineuse et attrayante.

Partout où l'auteur a émis des opinions ou donné des solutions qui lui sont personnelles, il parle à la première personne.

F.

CHAPITRE I

La lumière. — Son action physique. — Chaleur. Électricité.

En dehors de nous, la lumière, les couleurs n'existent pas. La lumière et les couleurs ne sont autre chose que la sensation, sur nos yeux, des vibrations de l'éther, engendrées et propagées dans toutes les directions par des sources lumineuses. Ces sources sont des corps en combustion, c'est-à-dire en travail de transformation moléculaire; ce travail, transmis de proche en proche avec une vitesse vertigineuse, détermine des ondulations d'amplitudes diverses qui, suivant leur longueur, sont calorifiques, lumineuses, électriques, etc., c'est-à-dire nous font éprouver la sensation de la chaleur, de la lumière, de l'électricité, etc.

Ainsi, la lumière, à vrai dire, n'existe pas. Elle n'est que la sensation sur notre œil d'un travail mécanique de l'éther, d'un mouvement ondulatoire ayant son origine à un noyau lumineux et rencontrant les fluides de l'espace, l'atmosphère et les cor-

puscules qu'elle tient en suspension, les corps solides ou liquides, transparents ou opaques qu'elle fait entrer en vibration à leur tour. La lumière, comme la chaleur, comme l'électricité, comme tous les phénomènes ayant la même origine, n'est autre chose que du mouvement; abolissez toute source capable de les engendrer, le mouvement cessera, et la vie se retirera de l'espace, car ce mouvement c'est la vie.

Ainsi, l'éther, qui remplit les espaces célestes et les intervalles intermoléculaires de tous les corps, est dans un état ondulatoire perpétuel. Ces ondulations nous assiègent, nous atteignent de toutes parts, nous font éprouver des sensations de diverses natures, dont la plus essentielle, dans cette étude, est la sensation de la lumière et des couleurs, qui ne se produit apparemment que sur nos yeux.

On a cru pendant longtemps que l'action de la lumière sur la rétine était d'ordre chimique; on avait, en effet, découvert dans cet organe un liquide rouge, le pourpre, sensible à la lumière, décomposé par elle; mais, en étudiant de plus près la structure de la rétine, on a reconnu que sa surface est composée de points microscopiques, extrémités de bâtonnets nerveux destinés, évidemment, à recevoir l'impression des ondes lumineuses et, comme le dit si bien M. N. Rood, à transmettre au cerveau les *signaux nerveux* qui déterminent en nous

la sensation de la lumière. Le pourpre n'a plus alors qu'une action secondaire, imprécisée, et le phénomène devient physique.

Nous reviendrons sur ce phénomène à propos de la photographie des couleurs et de la couleur des clichés et des épreuves, que nous ne pourrions comprendre sans lui. Ce qu'il nous importe de retenir en ce moment, c'est que la lumière est un phénomène mécanique qui met en vibration les éléments rétiniens de notre œil de la même manière que les autres phénomènes physiques, le son, les odeurs, la chaleur, le froid, l'électricité, mettent en vibration celles de nos fibriles nerveuses dont le rôle est de recevoir et de transmettre au cerveau ces diverses sensations. Ce qu'il nous faut encore retenir, c'est que la lumière fait entrer en vibrations tous les corps qu'elle frappe.

Lorsque les ondes lumineuses rencontrent les corps qui se trouvent sur leur trajet, certaines d'entre elles se brisent, s'anéantissent pour ainsi dire à leur surface ou près de leur surface, c'est ce qu'on appelle improprement l'absorption, tandis que les autres rebondissent sous un angle défini, c'est le phénomène de la réflexion. Si toutes les ondes s'anéantissent, le corps est noir, c'est-à-dire sans couleur ; si toutes les ondes se réfléchissent, il est blanc ; si certaines ondes sont anéanties et d'autres réfléchis, le corps est coloré. Or, pour qu'il

y ait réflexion, il faut qu'il y ait pénétration partielle et cette pénétration dépend de la distribution atomique du corps.

Comme tout corps est doué de plus ou de moins d'élasticité, il est plus ou moins apte à vibrer sous l'influence des ondes qui le frappent; de là, des phénomènes plus ou moins prononcés de fluorescence et de phosphorescence dont sont doués la plupart des corps, phénomènes qui ont fait croire pendant longtemps à l'absorption et à l'emmagasinement de la lumière, parce qu'un corps doué de la propriété de rester lumineux plus ou moins de temps à l'obscurité ne jouit de cette propriété qu'à la condition d'avoir été préalablement exposé à la lumière.

Il faudrait aux corps un terrible pouvoir absorbant, pour qu'ils soient capables d'emmagasiner des rayons lumineux qui viennent les frapper à la vitesse de 300.000 kilomètres à la seconde pendant des jours, des mois et parfois des années. On en dirait autant de la chaleur et de l'électricité dont on charge les accumulateurs.

Le vrai réside en ce fait, que la lumière ébranle peu à peu, plus ou moins profondément les molécules du corps qu'elle frappe; que ces molécules continuent à vibrer, à la manière qui leur est propre, lors même que les ondes lumineuses ont été supprimées, comme un pendule qui a reçu

une première impulsion, continue ses oscillations pendant un certain temps, sans qu'on ait besoin de le pousser de nouveau, et que ces vibrations, agissant à la façon d'une source de lumière incomplète, engendrent des ondulations qui donnent à notre œil la sensation d'une lumière colorée.

Nous retrouverons dans le cours de cet ouvrage ces vibrations et ces ondulations *continuatrices*, car elles donnent lieu, en photographie, à des phénomènes très appréciables.

La lumière pénètre plus ou moins profondément à l'intérieur des corps. Lorsque ces corps sont minces, comme le sont les couches photographiques, la lumière, agissant comme une force constante, arrive à vaincre complètement l'inertie des molécules dans toute l'épaisseur de ces corps. C'est ainsi que les noirs absolus d'un cliché finissent par être traversés par la lumière et que, si l'on laisse longtemps exposé un cliché derrière lequel on a appuyé une feuille de papier sensible, la surface de cette feuille finit par noircir complètement et ne laisse plus voir finalement aucune image (en réalité, il vient à la longue une image négative).

Pour nous servir d'une grossière comparaison, disons que les ondes lumineuses paraissent agir sur les molécules constitutives des corps comme des *lignes de monômes* jouant des coudes pour se livrer un passage dans une foule; ces files avance-

ront d'autant plus lentement et d'autant plus péniblement que la foule sera plus dense, plus profonde, mais enfin, elles avanceront et, par la continuité de leur action, elles finiront par la traverser complètement; mais, sur leur passage, elles modifieront les groupements, sans modifier l'aspect général de la masse.

Ainsi les ondes lumineuses, d'abord vaincues en totalité ou en partie par l'inertie de certains corps, dits opaques, finissent par vaincre à leur tour cette inertie, lorsque ces corps ne leur opposent pas une trop grande épaisseur ; on a même dit que tous les corps se laissent pénétrer par la lumière, ou, du moins, par certaines ondes lumineuses, et on a conclu de cette hypothèse qu'il n'y a pas de corps parfaitement opaques, ce qui est bien possible.

Cependant, il doit y avoir des opacités bien difficiles à vaincre. J'ai exposé une plaque, marque Lumière extra-rapide, en plein soleil d'août, pendant toute une journée, dans un châssis-presse, sous un carton noir de moins d'un demi-millimètre d'épaisseur; cette plaque n'a pas accusé au développement la moindre trace d'action lumineuse. Au contraire, j'ai exposé à la chaleur, pendant une heure, sous le même carton, une plaque de même sensibilité, au développement cette plaque a complètement noirci.

Il y a donc des cas où la chaleur a plus

d'influence sur les plaques que la lumière; j'en dirai autant de l'électricité.

Si les rayons lumineux, calorifiques, électriques, se propageaient en ligne droite, pénétraient dans les corps à la façon de clous ou de tringles rigides, il est certain qu'ils n'auraient pas grande action sur les molécules. Mais leur mouvement ondulatoire, formé par les vibrations successives des atomes de l'éther, ébranle les molécules synchroniquement, tendent non seulement à les déplacer, mais à les modifier, à former d'autres groupements, des dissociations et des agglomérations, à en changer, en un mot, la contexture atomique, les propriétés, sans les détruire, du moins tant que la puissance de leurs actions n'est pas poussée à un tel point que la combustion active en résulte.

En résumé, l'action de la lumière est d'abord mécanique. Lorsque cette action mécanique s'est exercée sur un corps, celui-ci se transforme en vertu de l'affinité chimique de ses éléments, qui pourrait bien être une affinité magnétique. Il arrive souvent que l'aspect extérieur du corps n'a pas varié et que sa structure intime, aussi bien que ses propriétés, sont pourtant modifiées. C'est le cas de la gélatine bichromatée, devenue insoluble dans les parties touchées par la lumière, et de la plaque sensible, aux sels haloïdes d'argent, qui a été exposée à la chambre noire.

CHAPITRE II

De la plaque sensible. — Du grain de l'émulsion, son influence sur la sensibilité des plaques, sur leur couleur et sur celle de l'image. — Maturation. — Conservation des plaques, sa grande durée.

Rappelons que la plaque sensible est constituée par un support transparent (verre, celloïdine, etc.) sur lequel on a étendu et séché une couche mince d'émulsion sensible à la lumière.

L'émulsion comprend essentiellement une substance colloïde (albumine, collodion, gélatine) dans laquelle on a incorporé une certaine quantité de solution aqueuse d'un sel haloïde d'argent (iodure, chlorure, bromure), obtenu, soit directement, soit par double décomposition.

La substance colloïde, appelée *milieu interposé* ou *substance aggrégante*, sert à retenir et à fixer sur la plaque le sel d'argent divisé en molécules microscopiques.

Ces molécules constituent ce qu'on appelle le *grain* de l'émulsion. Suivant sa grosseur, le grain

joue un rôle important dans la physique photographique. Il contribue à donner à l'émulsion son plus ou moins de sensibilité, aux clichés et aux épreuves leur couleur, leur tonalité, leur densité.

On cherchera donc à demander à l'émulsion un grain d'autant plus gros qu'on voudra donner plus de sensibilité à la couche ; cependant cette sensibilité s'obtiendra au détriment de la finesse ; c'est évidemment regrettable.

Les émulsions iodurées et chlorurées, de préparation récente, ont un grain tellement fin qu'il est presque impossible de le distinguer au microscope ; ces émulsions sont lentes.

Les émulsions à l'albumine ou au collodion ne peuvent jamais fournir des plaques très sensibles, parce que les sels haloïdes y sont incorporés dans des cellules extrêmement ténues et inextensibles. On n'a aucun moyen de grossir le grain de ces émulsions et, par suite, d'augmenter leur sensibilité.

La couche d'albumine, une fois sèche, ne se ramollit plus dans l'eau, il en est de même de celle du collodion. Par le séchage, les pores du collodion se ferment, la couche prend alors la consistance de la corne, elle devient imperméable ; ni l'eau, ni le révélateur ne peuvent la pénétrer. Voilà pourquoi, autrefois, on ne pouvait employer le collodion qu'à l'état humide ; si, plus tard, on a pu l'employer à sec, c'est parce qu'on lui a ajouté une substance

préservatrice, destinée à empêcher les pores de se fermer : tannin, dextrine, sucre, café, thé, glucose, quassia amara, morphine, miel, glycérine, etc.

La gélatine, au contraire, est souple, élastique, et conserve ses propriétés tout le temps qu'un agent (chromate, formol, alun, etc.) n'est pas venu les lui enlever en la durcissant ou en la tannant.

Le bromure argentique n'est donc pas emprisonné dans les cellules de la gélatine aussi étroitement qu'il l'est dans celles du collodion ; en vertu d'une action mécanique, rapide ou lente, les parois de ces cellules fléchissent et les grains de l'émulsion grossissent en s'agglomérant.

En somme, nous avons ici une sorte d'équilibre instable, dû au peu de résistance des cellules de la gélatine et à l'affinité chimique du bromure argentique ; de sorte que le premier agent de modification du grain est naturellement *le temps*. L'émulsion, abandonnée à elle-même, subit lentement cette transformation du grain, qu'on appelle *maturation*, par analogie, sans doute, aux arbres de nos vergers dont les fruits grossissent en mûrissant.

On a trouvé des procédés accélérateurs de la maturation : en soumettant l'émulsion à une température de 30 à 40°, on l'obtient en une semaine environ ; c'est la maturation rapide. En la portant à 60°, on l'obtient en quelques heures, c'est la maturation très rapide ; en la portant au bain-marie

à l'ébullition, on l'obtient en 30 minutes, c'est la maturation extra-rapide. On peut encore mûrir l'émulsion en l'alcalinisant à froid avec de l'ammoniaque; en ce cas on obtient la maturation dans un temps variant de 12 à 24 heures.

Les couches à grain fin sont généralement opalescentes ou translucides (albumine, collodion). Les couches de gélatino-bromure sont d'une opacité qui se rapproche beaucoup de celle du papier, mais leur couleur varie d'après le grain. Le changement d'état qu'elles subissent peut donc être apprécié par l'examen de leur coloration.

Les plaques récentes, à grain fin, peu sensibles, sont *jaunâtres* par réflexion, *orangées* par transparence.

Les plaques plus anciennes, à grain plus gros, extra-rapides, sont *verdâtres* par réflexion et *bleuâtres* par transparence.

On verra, dans le dernier chapitre, que cette couleur des plaques a une certaine influence sur la *vérité du rendu* des tons du sujet.

Quant à la grosseur du grain de l'émulsion, suivant Eder, il est d'abord de $0^{mm},0008$ de diamètre, environ ; au bout de quelques jours il est de $0^{mm},003$; au bout de quinze jours, il est de $0^{mm},02$ à $0^{mm},04$, on peut alors le distinguer à l'œil nu. En cet état, la sensibilité de l'émulsion est telle, que le contact seul du révélateur suffit à la noircir complètement

sans qu'elle ait même vu le jour. Il y a donc une limite de maturation ou de sensibilité qu'il ne faut pas dépasser.

Du reste, à mesure que le grain grossit, sa densité augmente, jusqu'au moment où, ne pouvant plus être porté par la gélatine, il gagne le fond du vase.

On voit que la maturation de l'émulsion est un phénomène purement physique, puisqu'il est dû, uniquement, à l'agglomération progressive des particules de bromure d'argent.

Liesegang fait remarquer qu'en raison de la force du grain des plaques extra-rapides, il ne faut pas tirer sur des plaques trop sensibles les négatifs destinés aux agrandissements.

Puisque le temps a une action indubitable sur la sensibilité des émulsions, on pouvait se demander si cette sensibilité ne continuait pas à augmenter sur les plaques sèches; d'après M. Londe (*Traité de Photographie*), la sensibilité des plaques au gélatino-bromure subit des variations inconstables:

« Tout d'abord, après quelques jours ou quelques semaines, la sensibilité paraît augmenter. Après un temps plus ou moins long, la sensibilité décroît peu à peu. En même temps l'argent se réduit en commençant par les bords de la plaque. Peu à peu cette réduction augmente et gagne vers le centre, celui-ci restant intact. Ces variations se produisent

de quelques mois à quelques années. Plus la sensibilité est grande, plus courte est la conservation. »

Au bout d'un temps, variable sans doute suivant la qualité de l'émulsion, les plaques s'altèrent, se piquent et ne sont plus propres à fournir de bons clichés. Quelques auteurs ont fixé ce temps à quatre ou cinq ans.

Pourtant, je dois dire que je me sers encore avec succès (mai 1900) de plaques que j'ai acheté en 1890, il y a donc dix ans, à la maison Charles Mendel, qui a certainement conservé l'enregistrement de cette fourniture. Ces plaques (marque Bernaert-Monckhoven extra-rapides) ont traversé deux fois la Méditerranée ; je ne comptais plus m'en servir, je les avais reléguées au fond d'un grenier. J'y ai songé dernièrement au sujet d'expériences pour lesquelles je ne pensais pas devoir sacrifier de bonnes plaques; je les ai employées et, contre mon attente, elles m'ont donné des instantanés satisfaisants, bien que leur sensibilité eût baissé.

Du reste, d'autres amateurs ou photographes ont pu se servir également de très anciennes plaques.

Je trouve dans *Photo-Revue* (15 août 1899), l'extrait d'un rapport de M. Houdaille à la Société française de photographie, relatant une série d'observations faites sur des plaques qui avaient séjourné au Congo français de 1887 à 1896, c'est-à-dire pendant neuf ans, et qui avaient été rapportées en France après avoir

parcouru, sous les tropiques, plus de 600 kilomètres. Leur sensibilité avait également diminué, mais les épreuves obtenues en France avec ces plaques (marque Bernaert également), ont été trouvées parfaitement acceptables, bien qu'un peu inférieures à celles tirées, au même moment et sur les mêmes sujets, avec des plaques de même sensibilité, mais de fabrication récente.

La sensibilité des pellicules se conserve bien moins longtemps. M. Londe en attribue l'altération rapide à la nature du support employé ou à celle de la substance interposée pour souder convenablement le support à la couche sensible, car cette même couche, coulée sur verre, présente une stabilité beaucoup plus grande.

CHAPITRE III

Action de la lumière sur la plaque sensible. — Forme de l'image latente et de l'image développée. — Structure interne de l'image, sa densité, ses détails, son empâtement, etc.

Ainsi, la plaque sensible est constituée par une couche mince d'émulsion sèche et grenue, le grain étant formé par le sel d'argent réparti et noyé dans toute l'étendue du support et *dans toute son épaisseur*.

Etudions l'action de la lumière sur cette plaque :

Sitôt qu'elle est mise au jour, les rayons lumineux de toutes les parties du spectre, concentrés en faisceaux de lumière blanche, l'attaquent en bataillons serrés, la pénètrent, combattent la résistance opposée par la gélatine (l'albumine ou le collodion) et vainquent l'inertie des molécules constituant le grain.

La lumière chemine à travers l'épaisseur de la couche plus ou moins opaque, qui lui fait perdre

de son énergie à mesure qu'elle pénètre; elle gagne plus ou moins complètement les parties profondes, se réfléchit ensuite sur le support (le verre) et traverse de nouveau la couche, si toutefois l'exposition a été assez longue. Les molécules de bromure d'argent, sous l'influence des vibrations ondulatoires, entrent elles-mêmes en vibration, et ces vibrations tendent à décomposer les molécules, à séparer le brome de l'argent, mais cette séparation n'est qu'ébauchée, de sorte que l'examen de la plaque impressionnée ne laisse voir à l'œil, aucune trace de modification moléculaire de la couche sensible. Cette modification est latente. La décomposition sommaire n'est achevée et visible que lorsqu'on a soumis la plaque à l'action d'un agent réducteur appelé révélateur, qui dissout le brome et met l'argent métallique en liberté. La plaque noircit alors sur toute sa surface.

Si, au lieu de disposer la plaque purement et simplement à la lumière, on la couvre en partie d'un écran opaque, cet écran intercepte les rayons lumineux qui le frappent, et la couche n'est modifiée, d'une manière latente, que dans les parties qui n'ont pas été masquées par l'écran.

Si l'on met la plaque sous un cliché négatif, l'image du sujet fait écran; les rayons lumineux viennent se briser sur les grandes ombres du sujet, ils vainquent un peu l'intensité des demi-teintes, et

pénètrent dans les parties de la couche laissées en blanc ou très peu tintées.

Si maintenant nous exposons la plaque sensible à la chambre noire, mise au point sur un sujet quelconque, l'image du sujet ne vient plus faire écran, car elle est formée par les rayons mêmes, diversement colorés, qui viennent impressionner la plaque. Ici la modification moléculaire, c'est-à-dire l'image latente, n'est pas seulement due à l'influence des lumières et des ombres, elle est encore due à l'influence des couleurs, à leur degré d'activité, phénomène que nous étudierons dans un des derniers chapitres de ce livre.

Le travail moléculaire est donc inégal, il est d'autant plus considérable, d'autant plus profond, que la lumière aura trouvé moins d'opposition, moins *d'opacité*, à sa progression à travers la couche; dans les parties que l'image laisse à nu, ce travail a même pu se faire jusqu'au support, de sorte que, si l'on opère la réduction, dans le révélateur, l'image latente devient une image visible, constituée par de l'argent métallique dont les nuances : ombres, demi-teintes, lumière, ne sont autre chose que les *aspérités argentiques*, formées par l'inégalité de pénétration de la lumière dans la couche, moulées pour ainsi dire sur cette lumière.

Partout où un rayon de lumière a pénétré, il est remplacé, au développement, par un rayon de

molécules d'argent métallique de même longueur, de sorte que le résultat final de l'action lumineuse est un dépôt de molécules argentiques empâtées dans la gélatine ; dépôt à peu près uni à la surface libre de la couche; en relief, au contraire, à la partie interne, relief plus ou moins accentué suivant que les oppositions d'ombres et de lumières de l'image sont plus ou moins fortes.

Ce relief existe à l'état latent jusqu'au développement de la plaque.

Si l'exposition a été normale, c'est-à-dire si la lumière a eu le temps d'agir suffisamment pour que chacune des lignes de l'image soit représentée sur la plaque par une ligne de relief inversement proportionnelle à sa densité, la plaque reproduira tous les détails du sujet, soit dans les ombres, soit dans les parties éclairées.

Si l'exposition a été trop courte, la lumière n'a pas eu le temps de vaincre l'inertie des grandes ombres et d'en imprimer les détails. Sous ces ombres, l'impression n'est que superficielle, le relief interne est incomplet, l'image est plate et sans détails, tandis que ces derniers ont pu venir tout à fait dans les régions éclairées du sujet.

Cependant, ces détails ont pu être ébauchés en tout ou en partie dans les demi-teintes et même dans les ombres, de sorte que si le révélateur est impuissant à les produire, un renforcement judicieusement

mené en viendra à bout et les fera ressortir, au moins en partie.

Si, au contraire, l'exposition a été trop longue, le phénomène inverse se produit : la lumière, après avoir agi normalement et fait sortir, à l'état latent, tous les détails, vainc peu à peu la résistance que lui opposent les grandes ombres, pénètre plus ou moins facilement, il est vrai, mais pénètre enfin dans les parties qu'elle n'avait pu entamer, empâte plus ou moins profondément le relief. Les détails disparaissent plus ou moins dans les lumières comme dans les ombres, le cliché est gris ; un renforcement mal conduit ne saurait qu'achever de le gâter ; il n'y a qu'une manière, comme nous le verrons, de renforcer un cliché surexposé, c'est de le soumettre avant tout à un faiblisseur. Ce faiblisseur enlève la légère pellicule d'argent réduit qui en recouvre la surface et qui voile l'image ; on verra ensuite s'il y a lieu de renforcer le cliché régulièrement.

Voici donc, il semble, clairement exposée, l'action de la lumière sur la plaque sensible et, incidemment, la théorie de l'utilité ou de l'inutilité du renforcement de cette plaque, considération sur laquelle nous reviendrons dans un prochain chapitre.

La théorie que nous venons d'exposer à propos de la formation d'une image en relief dont les parties saillantes sont tournées à l'intérieur de la couche, nous procure un moyen d'éviter les effets désastreux

de la surexposition : il n'y a qu'à exposer la plaque par le dos, c'est-à-dire du côté verre, en tenant compte, pour la mise au point, de l'épaisseur du support, ou bien en retournant le verre dépoli. La surface de la couche en contact avec le verre est impressionnée la première, et le relief se forme du verre à la surface externe de la gélatine. L'action du révélateur s'exerce donc d'abord sur les parties saillantes, ce sont les détails dans les ombres qui viennent les premiers au développement, puis les grandes ombres, puis les demi-teintes, etc. Si l'on arrête l'action du révélateur de manière à l'empêcher d'opérer la réduction jusqu'au verre, on évite le voile qui empâte le cliché et supprime les détails.

Cette méthode par le dos de la plaque, bien qu'elle donne des clichés retournés, semble donc préférable à la méthode ordinaire ; car elle permet de mieux surveiller l'arrivée des détails dans les ombres et la marche du révélateur; enfin elle permet de ne pas redouter la surexposition, puisqu'elle apporte un moyen infaillible d'en corriger les inconvénients et d'en éviter les insuccès.

L'exagération de la surexposition amène un phénomène assez surprenant : le capitaine Abney, MM. Janssen, Lumière, Londe, etc., ont reconnu qu'il existe une relation directe entre l'intensité de la lumière agissante et la quantité d'argent libéré par le révélateur, mais jusqu'à une certaine limite

seulement, à partir de laquelle l'argent libéré diminue au fur et à mesure que la lumière agit davantage. En augmentant l'exposition, on arrive à une période d'état neutre dans laquelle la plaque est uniformément noire, en prolongeant encore on obtient une image inverse de la première. Un positif fournit alors un positif, un négatif fournit un autre négatif.

Combien de temps faut-il surexposer pour obtenir ce résultat?

Le Dr Clémenceau donne, dans *Photo-Revue*, les indications suivantes :

« Il faut se servir de plaques au gélatino-bromure rapides ou extra-rapides. Après avoir mis au point, on pose de 5 à 6 minutes, par un temps clair, le double par un temps couvert. Du reste, une pose prolongée n'a pas d'inconvénients : j'ai pu, dans mes essais, laisser l'exposition une heure sans différence bien sensible. On développe le cliché au fer ou à l'hydroquinone, un magnifique positif se produit.

« On peut employer, pour s'éclairer dans l'opération du chargement des châssis et dans celles du développement, de la lumière jaune, mais il est préférable de se servir de la lumière rouge clair. Les blancs viennent ainsi plus purs.

« On obtient le même résultat en mettant en contact avec la plaque, au châssis presse, et exposant en plein jour, une gravure une photogra-

phie non collée. Le temps de pose varie, suivant l'intensité du dessin et la transparence du papier, entre 10 et 20 minutes; le développement est le même. »

Nous trouvons également dans *Photo-Revue*, sous la signature *Edmond Bénard*, les indications suivantes :

« Un négatif exposé au châssis quelques secondes à la lumière artificielle donne un positif évidemment, mais si vous l'exposez à la lumière du jour jusqu'au moment où l'image commence à se montrer derrière la plaque, on obtient un nouveau négatif. Au développement l'image apparaît d'abord positive, puis disparaît et devient négative.

« J'ai, par le même procédé, obtenu des positifs directs à la chambre noire. Si, au lieu de poser quelques secondes pour obtenir un négatif, on prolonge la pose d'une demi-heure à une heure et même plus, selon la lumière, l'image est également renversée, et c'est un positif qu'on obtient. »

Des renversements de l'image peuvent se produire accidentellement, par exemple lorsqu'une plaque reçoit le jour pendant le développement. Ces renversements peuvent être totaux ou partiels. La *Photo-Revue* a donné la reproduction d'un curieux cliché de M. Cavanagli, du Havre, qui s'est développé partie en négatif et partie en positif.

M. Londe (*Traité de photographie*) a fait l'expérience suivante :

« Une plaque de sensibilité moyenne a été exposée 10 secondes à 10 centimètres d'une bougie, puis placée derrière un négatif à reproduire dans le châssis-presse. On insole avec 10 centimètres de fil de magnésium. La plaque laisse apercevoir une légère image positive. On développe, l'image positive s'évanouit et immédiatement l'image négative apparaît. On pousse vigoureusement et on fixe. »

M. Londe est d'avis que le retournement se fait mieux avec des plaques lentes.

Tel est le premier phénomène dû à la surexposition.

Mais, si l'on pousse cette surexposition à ses dernières limites, il se produit, suivant M. Janssen, un autre phénomène, nié cependant par MM. Lumière, mais affirmé par d'autres auteurs :

« ... La lumière produit au début (de l'exposition) une réduction d'autant plus intense que la pose a été plus prolongée, mais à partir d'une certaine limite l'augmentation de la durée de pose ne produit plus, comme précédemment, une réduction plus intense des sels d'argent; au contraire, l'intensité obtenue diminue progressivement jusqu'à une période où la plaque ne porte plus pour ainsi dire trace d'impression ; elle est en quelque sorte revenue à son état premier, l'action de plus

en plus prolongée de la lumière ayant détruit l'impression primitive. A partir de cette période, les mêmes phénomènes se reproduisent dans le même ordre, et ceci plusieurs fois.

« Sous l'influence de durées de pose régulièrement croissantes, la plaque passe donc par une série d'états variables, correspondant d'abord à des intensités croissantes, puis décroissantes, et ainsi de suite. »

M. G. du Valoux fait la remarque que, théoriquement, les périodes de croissance et de décroissance devraient être égales, tandis qu'en réalité elles ne le sont pas; pourquoi?

« Le bromure est modifié. Alors une faible partie est décomposée par les rayons inactiniques. La quantité de bromure revenant à l'état normal est moindre que la quantité de bromure intact primitif. Même phénomène à la seconde, puis à la troisième, etc... A chaque période, la quantité de bromure non décomposé diminue et la période augmente de durée. Il en est ainsi jusqu'au moment où tout le bromure est décomposé; la plaque cesse d'être impressionnable. Pourquoi la diminution de bromure d'argent fera-t-elle augmenter la durée de période, dira-t-on? Simplement parce que le bromure réduit l'aura été à la surface de la plaque. Ayant à traverser cette mince lame d'argent, la lumière agira moins énergiquement sur le bromure. »

M. Londe fait ressortir l'utilité pratique du phénomène.

« Il peut donner des résultats intéressants dans le cas d'un modèle présentant de grandes oppositions. On sait qu'en ce cas il est très difficile, quand la pose est normale, d'avoir avec la même perfection les différentes parties inégalement éclairées. Quand les blancs seront à point et auront l'intensité convenable, les détails des parties sombres ne seront pas venus et leur intensité sera trop faible ; au contraire, si l'on pousse le développement jusqu'à ce que l'intensité des parties sombres soit suffisante, les parties blanches seront beaucoup trop venues. Dans le premier cas, les parties sombres sont trop foncées sur le positif, dans le deuxième, les parties blanches ne présenteront plus aucun détail.

« En appliquant les enseignements de la loi Janssen, nous arriverons, dans le cas présent, à augmenter notablement la pose, de façon à obtenir ce qu'on appelle la surexposition. Que se passera-t-il? A cause de la prolongation de la pose, les parties sombres, qui étaient les moins éclairées, pourront venir avec tous leurs détails et l'intensité nécessaire ; par contre, la pose qui a été beaucoup trop longue pour les blancs qui étaient les plus éclairés, leur permettra d'atteindre la période dans laquelle l'*intensité décroît*, et leur opacité diminuera.

« L'écart d'opposition qui existait entre la traduc-

tion des noirs et des blancs, sur le négatif, diminuera, et ceci d'autant plus que la pose sera plus allongée. L'épreuve positive ne présentera donc plus ces contrastes violents qui faisaient que les blancs ou les noirs étaient sacrifiés suivant que l'on avait trop ou pas assez poussé le développement, donc : la durée d'exposition devra être d'autant plus prolongée que les oppositions du modèle seront plus grandes.

« Mais la réciproque est également vraie, puisque l'excès de pose conduit à la diminution des oppositions, il est certain que la réduction de pose produit l'effet inverse, les parties les plus éclairées venant les premières et atteignant l'intensité convenable avant les parties moins bien éclairées : la sous-exposition est donc tout indiquée quand le sujet sera trop monotone et ne présentera pas d'oppositions assez tranchées.

CHAPITRE IV

L'image latente (*suite*). — Renforcement de l'effet lumineux. — Action persistante de la lumière sur les plaques impressionnées. — Renforcement de l'image latente. — Radiations continuatrices. — Transfert de l'image latente sur une plaque non exposée.

De ce que les rayons lumineux qui ont traversé la couche la traversent une seconde fois en se réfléchissant, on est amené à penser qu'on pourrait renforcer l'effet lumineux en appliquant une feuille de papier ou du carton blanc contre la couche sensible, dans la chambre noire. La surface réfléchissante doit être formée sur le verre, et c'est sur elle que doit être coulée l'émulsion.

Le capitaine Colson a obtenu ainsi le renforcement qu'il prévoyait. Ce résultat l'a engagé à faire une autre expérience qu'il décrit en ces termes :

« Deux plaques Lumière, marque bleue, ont été appliquées l'une sur l'autre, les deux couches de gélatino-bromure en contact, de façon qu'elles se recouvrissent à moitié. Le tout a été exposé dans

la chambre noire et a reçu l'impression d'une vue instantanée, donnée par un objectif diaphragmé à 1/20, avec une pose de 1/15 de seconde par un temps couvert.

« On constate sur les clichés qu'une très notable proportion de lumière a impressionné la couche postérieure, au travers de toute l'épaisseur de la plaque antérieure, et qu'une autre partie a été réfléchie par la couche postérieure sur la couche antérieure, d'où renforcement sur cette dernière dans la région du contact. Ce renforcement est moindre que lorsque la réflexion est produite par le papier blanc, ce qui s'explique par la transparence de la couche de gélatino-bromure substituée au papier.

« On voit donc qu'il est possible d'augmenter, dans une mesure qui est loin d'être négligeable, le rendement de la plaque sensible, en étendant d'abord sur le verre une première couche d'un blanc opaque et en coulant, par-dessus, la couche sensible. »

On peut aussi renforcer l'image latente en la laissant dans l'obscurité avant le développement.

On savait déjà que l'image latente continue à se développer sur le papier mixtionné, même après la cessation de l'action de la lumière. M. Guillaume a voulu s'assurer si le phénomène qui se produit avec la gélatine bichromatée n'aurait pas

lieu également avec la gélatine bromurée. Il a exposé une plaque et l'a ensuite coupée en deux. L'une de ces deux parties a été développée immédiatement et le développement a été poussé à fond. L'autre partie, développée le lendemain avec un révélateur rigoureusement composé des mêmes éléments que celui employé la veille, a fourni une image plus complète et plus harmonieuse.

Il y aurait donc avantage à ne développer les clichés que 24 heures après leur exposition. Selon M. Guillaume, une plaque au gélatino-bromure impressionnée traverse trois phases :

Première phase : elle dure de 24 à 30 heures; l'image latente se renforce.

Deuxième phase : l'image reste stationnaire ; la durée de cette phase est beaucoup plus longue que la première.

Troisième phase : très lente dans son évolution de décroissance ; l'image latente s'efface peu à peu, jusqu'au point où il n'en reste plus trace sur la plaque.

Des expériences personnelles ont permis à M. Guillaume d'affirmer que, deux ou trois mois après son insolation, une plaque de bonne fabrication et de rapidité moyenne est susceptible de donner au développement une image aussi complète que si ce développement s'était effectué dans les huit jours de l'exposition.

Je crois que cette durée peut être considérablement augmentée, car j'ai obtenu, en France, un excellent cliché d'une plaque extra-rapide que j'avais impressionnée *six mois* auparavant, en Algérie.

Je pense que cette action persistante de la lumière est due à une cause identique à celle qui produit la phosphorescence. Les molécules de la couche, ébranlées par les rayons lumineux, continuent à vibrer un certain temps, ces vibrations achèvent l'ébauche faite par la lumière; en agissant sur les molécules voisines non encore ébranlées, elles éloignent, dans l'épaisseur de la couche, les confins de l'image latente.

La rupture d'équilibre se maintient un certain nombre de mois, c'est la deuxième phase; puis les molécules tendent à reprendre leur constitution originelle, en commençant, selon toute probabilité, par les premières ébranlées, celles de la surface libre de la couche. Si cette hypothèse est exacte, il y a un moment où l'image se trouvera à l'intérieur de la couche, entre deux tranches de gélatino-bromure intactes; en ce cas, elle doit offrir les mêmes contrastes que lorsqu'on l'*affaiblit* en réduisant l'épaisseur de la gélatine; enfin la troisième phase s'achèvera par l'effacement de l'image latente au centre même de la couche. Il y aurait là une expérience intéressante à tenter, malheureusement il faudrait la faire sur un certain nombre de cli-

chés, dont on échelonnerait les développements, et elle devrait durer un certain nombre d'années.

M. Becquerel a reconnu que les radiations inactiniques, qui sont incapables de décomposer les halosels d'argent, avaient le pouvoir de « continuer l'action de la lumière » et de développer une image latente, comme le ferait un révélateur.

On peut aisément renouveler l'expérience en tirant une épreuve (un peu surexposée) sur papier au bromure, puis en isolant l'épreuve pendant plusieurs heures dans un châssis-presse dont la glace a été remplacée par un verre rubis.

De même, une épreuve au chlorure, soumise à la lumière orangée, s'intensifie rapidement.

M. du Valoux fait remarquer (*Photo-Revue*) que, sur tous les halosels d'argent, aussi bien ceux qui donnent une image latente (bromure d'argent), que ceux qui donnent une image réelle (chlorure d'argent), l'action de la lumière est absolument la même : elle produit une image latente à laquelle succède une image réelle.

Le fait est d'abord exact pour les composés au bromure d'argent. Pour les papiers au gélatino-chlorure, le doute ne subsiste plus depuis qu'on sait que ce papier se prête au développement.

Cette image latente, aussi bien que les images réelles, donne lieu, paraît-il, à un curieux phénomène que je n'ai malheureusement pas réussi à

vérifier expérimentalement : c'est le transfert de ces images sur des plaques sensibles non exposées.

Si nous plaçons, en contact intime, dans l'obscurité, couche contre couche, une glace exposée, mais non développée, ou un cliché et une glace, qui n'a pas été impressionnée, nous avons des chances, paraît-il, de voir la glace exposée s'impressionner à son tour, prendre l'empreinte de l'image latente avec laquelle elle est en contact.

J'avais relevé ce phénomène, ou du moins l'indication de ce phénomène, dans un journal étranger (*Scientific American*) et j'en avais saisi *Photo-Revue*. Cette communication donna lieu, il y a quatre ou cinq ans environ, à une petite polémique de presse photographique et à un envoi de lettres parmi lesquelles je relève celle d'un photographe amateur français qui déclare avoir été victime du phénomène en question, en 1865.

Voici du reste un extrait de cette lettre :

« Rentrant d'une excursion photographique où j'avais posé cinq glaces, j'avais, suivant mon habitude, débarrassé mes châssis (deux doubles et un simple, ce qui rendait toute erreur impossible) et remis les glaces dans leur boîte à rainures, en attendant le moment de les développer, de sorte que la glace impaire, exposée, se trouvait en contact avec une neuve.

« Quelques jours après, après avoir développé mes

cinq premières plaques, ayant oublié momentanément que la sixième devait être intacte, je la traitai comme les autres, et mon attention fut éveillée par ce fait que cette sixième glace reproduisait à rebours la cinquième.

« Cette épreuve était pourtant un peu moins nette que la précédente.

« Restait à expliquer le fait : ma théorie, adoptée du reste par mes amis, fut que la lumière, en frappant la couche sensible, communique aux molécules d'iodo-bromure un ébranlement, une vibration, sous l'influence desquels s'opérait le développement par l'attraction électrolytique des molécules du développateur, et que ce mouvement vibratoire avait fort bien pu se communiquer de la couche impressionnée à la couche juxtaposée. Les plaques employées étaient les plaques au collodion sec, à l'iodure et au bromure de cadmiun, préservées au tannin avec le sel Fayolle. » (F. Nicolas.)

La théorie de M. Nicolas n'est pas très nette, pourtant elle entre dans la vraisemblance, en ce sens qu'elle accuse un phénomène physique.

Je ne veux pas donner ici la théorie du *Scientific American*, qui me semble un peu extraordinaire, on pourra la lire dans *Photo-Revue*. Je dirai seulement que le capitaine Colson paraît avoir pressenti le phénomène :

« Il y a lieu, dit-il, de considérer la période qui

suit l'exposition, jusqu'au développement ; certaines gélatines deviennent phosphorescentes à la lumière et conservent une activité capable d'impressionner la couche sensible en regard ; il ne s'agit là que d'un fait particulier, peu fréquent, mais il a été constaté, et encore faut-il s'assurer que les plaques dont on se sert n'y sont pas sujettes. S'il en était ainsi, il serait nécessaire de séparer les plaques par un écran, par exemple par du papier bichromaté. »

D'après cet officier, le papier, lorsqu'il est blanc, est capable d'impressionner la plaque sensible, particulièrement lorsqu'il a été exposé à la lumière (expérience de Niepce de Saint-Victor).

Du reste tout le monde sait à présent que si l'on enveloppe, dans des journaux, des clichés impressionnés et non développés, et même des clichés développés et surtout renforcés, les caractères s'impriment fréquemment sur la gélatine.

Cet accident m'est arrivé. J'étais allé au Maroc avec M. le lieutenant de vaisseau Louis Say, nous en avions rapporté des vues intéressantes et surtout documentaires. M. Say avait enveloppé les plaques dans des fragments de journaux et les y avait laissées environ six semaines. Quand il voulut se servir de ces plaques pour livrer les photographies à *l'Illustration*, il éprouva la déception de les voir gâchées par la reproduction, sur la couche, de toutes les lignes des journaux.

On attribue généralement ce phénomène à la phosphorescence, néanmoins il pourrait, j'imagine, être également attribué à l'électricité. On sait que le verre est facilement électrisable.

M. Londe craint que l'usage de l'enroulement des pellicules ne puisse être, lui aussi, une cause d'altération.

« N'est-il pas à craindre, dit-il, que les images latentes, imprimées sur la pellicule et mises directement en contact, ne réagissent à la longue les unes sur les autres ? On a constaté, en effet, ce fait particulier que des rouleaux de pellicules, développées après un assez long temps, ne donnaient que des images médiocres, par suite de la présence de voiles plus ou moins prononcés. »

Et M. Londe conseille d'enrouler les pellicules avec une bande de papier noire ou opaque.

L'étude de ces phénomènes a révélé au capitaine Colson l'influence de certaines encres à sec et de l'acide oxalique sur les papiers photographiques ; la plus énergique serait l'encre Antoine, *dite Japonaise*. Cette encre a la propriété d'insensibiliser la couche sensible.

« J'avais placé, dit-il, dans une boîte, sur une feuille de papier sensible albuminé ordinaire, à ton rose, un calque à l'encre qui venait de me servir comme cliché; au bout de plusieurs jours, voulant employer cette feuille sensible, je m'aperçus que

la teinte rose avait blanchi au contact de l'encre et, examinant cette trace à la lumière, je vis que ces parties continuaient à rester blanches, tandis que le fond brunissait : ainsi, les endroits qui avaient été en contact avec l'encre, non seulement avaient été décolorés, mais encore étaient devenus insensibles à la lumière.

« La possibilité d'obtenir ainsi une copie négative d'un dessin à l'encre présente un intérêt particulier par l'emploi des papiers pelliculaires ou des papiers dont la couche sensible est susceptible d'être reportée sur verre, car on a ainsi des clichés négatifs ou des plaques à projections pour des explications théoriques, ou pour l'enseignement... Il faut de 2 à 3 jours avec le papier Gelhaye...

« Sur le papier au ferro-prussiate, l'effet est inverse; le contact de l'encre donne, en quelques heures, une teinte foncée ; de plus, il y a surexcitation de la sensibilité, car des traits, à peine apparents après une heure de contact, foncent à la lumière beaucoup plus vite que le fond et deviennent très visibles. Il suffit ensuite de laver pour obtenir l'image en bleu, c'est-à-dire une copie *positive* d'un dessin à l'encre, *quand même le verso de l'original porterait de l'écriture ou un autre dessin.* »

La cause de ces phénomènes n'a pas été définie ; qu'elle soit physique ou chimique, peu importe, il est intéressant d'en parler ici.

Je vais reprendre l'étude du phénomène du renversement de l'image par solarisation de la plaque sensible.

L'expérience suivante, que j'ai eu l'occasion de faire, il y a quelque temps, m'a suggéré, en effet, une manière d'interpréter, au moins approximativement, cet intéressant phénomène.

J'avais superposé, couche contre couche, une épreuve positive et une feuille de papier sensible (citrate d'argent de Lumière), j'avais mis ces deux feuilles au châssis-presse, *le dos de la feuille non impressionnée en dessus*, contre le verre du châssis, et j'avais porté le châssis au jour, où je l'avais exposé assez longtemps.

La lumière avait dû traverser le papier support, puis la couche sensible avant d'atteindre l'image positive.

Il semble que, dans ces conditions, la couche sensible aurait dû noircir et opposer un écran opaque entre l'épreuve positive et la lumière, il n'en fut rien.

Contrairement à ce qui se passe lorsqu'on expose le papier sensible directement à la lumière, la couche de citrate d'argent brunit très lentement; en revanche, il se forma à sa surface une image négative de l'épreuve, qui servit en quelque sorte de cliché. Cette expérience a dû être faite avant moi, et chacun pourra la renouveler.

Le négatif était faible, mais je pus le renforcer par la méthode ordinaire de développement des positifs, dont nous parlerons plus tard.

Il est évident que l'image a été obtenue par réflexion.

En effet, les rayons lumineux qui rencontrent les grandes ombres du positif ne se réfléchissent pas, ceux qui rencontrent les demi-teintes se réfléchissent en partie, ceux qui rencontrent les grandes lumières se réfléchissent en totalité. La couche ne reçoit donc, en face des grandes ombres, que la lumière transmise, dans toutes autres parties, elle reçoit à la fois de la lumière transmise et de la lumière réfléchie ; de là, production d'une copie négative de l'épreuve.

Il est à remarquer que l'action de la lumière réfléchie semble ici plus forte que celle de la lumière transmise,

C'est une image de fond qui produit une image renversée sur la couche interposée entre cette image et la lumière.

Est-ce qu'un phénomène de ce genre ne se produirait pas dans la solarisation des plaques ?

On sait déjà que la lumière fait passer la couche sensible par une série d'états variables correspondant à des intensités croissantes et décroissantes. On sait de plus que l'intensité de la lumière s'affaiblit à mesure qu'elle s'enfonce dans l'épaisseur de la couche opaque.

Si nous supposons un moment que la couche de gélatine est composée de feuillets extrêmement minces, superposés, l'action de la lumière sera plus longue et plus intense sur le premier feuillet que sur le second, sur celui-ci que sur le troisième, et c'est le dernier feuillet qui subira le minimum de pose et de lumière. A mesure que les rayons lumineux avancent de feuillet en feuillet, ils y forment une image latente; si l'exposition se prolonge, c'est le premier feuillet qui arrivera d'abord à l'état neutre, c'est-à-dire qui perdra peu à peu son image latente, ensuite le second, puis le troisième, etc.; de sorte que les rayons lumineux auront l'air de pousser l'image latente de feuillet en feuillet jusqu'au dernier, où elle n'est plus latente, mais *réelle*. A ce point, il peut très bien se faire que la lumière, agissant alors par réflexion, produise, sur l'avant-dernier feuillet supposé, une image renversée, c'est-à-dire positive, par suite d'un phénomène analogue à celui qu'a produit le positif sur notre papier sensible de tout à l'heure, les rayons réfléchis, repoussant du fond de la couche, vers la surface, l'image latente renversée qu'ils ont produite.

Nous donnerons d'autres manières d'expliquer le phénomène au chapitre du *Développement*.

CHAPITRE V

Action de la température sur l'image latente. — Action de la chaleur, de l'électricité, des rayons X. — L'invisible. — Action des effluves magnétiques.

La lumière n'a pas le monopole de l'impression des plaques. La chaleur, l'électricité, les rayons X et, suivant certaines personnes, l'*od* ou fluide humain, jouissent aussi de la propriété de modifier plus ou moins l'état de la couche sensible.

Or la chaleur, l'électricité, les rayons X, l'od même, ont une origine commune avec la lumière; comme elle ils sont formés de rayons ondulatoires ou mieux de vagues ondulatoires produites par les vibrations de l'éther; ce sont purement des agents mécaniques excessivement puissants; on comprendra donc qu'ils soient tout au moins capables de produire l'ébranlement des molécules de la couche sensible et, par conséquent, d'en provoquer la dissociation.

M. du Valoux prétend qu'un fer à repasser, chauffé à 60° et appuyé sur une plaque pendant cinq minutes, a donné une image latente développable.

D'après le capitaine Abney, une plaque sèche chauffée, dans l'obscurité, à 90° donne une surface noire au développement.

J'ai chauffé avec un fer à repasser une plaque exposée sous un négatif et une autre plaque exposée sous un positif, au développement les deux plaques ont uniformément noirci sans me donner d'image.

D'autre part, Gœdicke a fait une série d'expériences très précises sur l'action de la chaleur, il a trouvé un affaiblissement de la sensibilité et finalement un voile; il est vrai de dire qu'il avait employé de vieilles plaques déjà altérées sur les bords.

Ainsi, tandis qu'une plaque d'une sensibilité de 15° Warnerke, exposée pendant 2 minutes contre un verre rouge rubis à la lumière d'une bougie, a monté à 19° Warnerke, une plaque de même sensibilité, soumise à une température d'environ 30°, dans une étuve, n'a plus marqué que 11°; à 60° elle n'a plus marqué que 10°; chauffée durant une heure à 90° elle n'a plus marqué qu'à peine 9°; chauffée 12 heures à une température de 70° à 85°, il y a eu apparition de voile et affaiblissement de l'image latente.

Gœdicke se trouve en contradiction avec le capitaine Abney. Voici une expérience de ce dernier :

On chauffe un fer jusqu'à une température supportable pour la main, on l'approche du dos d'une plaque recouverte d'un papier noir, de manière à chauffer un point déterminé. On expose ensuite la face de la plaque pendant quelques secondes et l'on développe. L'endroit chauffé se développe plus vite et montre une plus grande intensité ; l'inverse se produit si l'on approche du dos de la plaque un morceau de glace.

Dans les expériences du capitaine Abney, les plaques lentes sont plus sensibles aux changements de température que les autres. Les plaques au collodio-bromure sont encore plus sensibles à ces variations.

Les phénomènes que nous venons de relater semblent ressembler singulièrement à ceux qui se produisent lors de la maturation des plaques par la chaleur, lesquels ont pour effet de grossir le grain. Ils semblent nous révéler un moyen d'augmenter à volonté la maturation des plaques et par suite leur sensibilité, mais nous ne devons pas oublier que la maturation poussée à l'excès désagrège l'émulsion et la rend tellement sensible qu'elle noircit spontanément, c'est ce qui a dû se produire dans quelques-unes des expériences de Gœdicke.

M. Vallot a exposé pendant trois heures, à la

flamme d'une lampe à pétrole, un châssis-presse dont la glace avait été remplacée par une plaque de tôle de 3 millimètres d'épaisseur, et contenant un cliché au gélatino-bromure en contact avec une plaque également au gélatino-bromure. Après développement, il a obtenu une épreuve, très faible il est vrai, mais intéressante, selon lui, en ce qu'elle montre que l'image ne s'est produite que là où il y a eu contact avec la gélatine du cliché.

« J'avais eu soin, écrit-il, d'enlever au préalable, par un grattage, une bande de gélatine d'un centimètre environ autour de l'image et, logiquement, ces bords du cliché, étant transparents, auraient dû venir au positif complètement noirs ; c'est le contraire qui est arrivé. Je voyais là la preuve que l'image s'était produite, comme l'a dit M. le capitaine Colson, par des vapeurs venant de la gélatine du cliché, vapeurs produites par la chaleur dégagée par la lampe à pétrole. »

Pourquoi ces vapeurs ? Quelles apeurs[1] ? Pour-

1. Il y a là, je crois, une fausse interprétation des idées et des expériences du capitaine Colson. Cet officier a dit et prouvé que certains métaux, particulièrement le zinc, ont une action sur la couche sensible par suite des vapeurs qu'ils émanent lorsqu'on les chauffe, mais de là à la production d'une image, il y a loin, car il n'est question que d'un voile, c'est-à-dire d'un accident.

Si ces vapeurs ont le pouvoir de modifier les molécules de gélatino-bromure non impressionnées, exactement sous les parties appartenant aux grandes ombres et aux demi-teintes, sans toucher aux autres parties de la couche ; si elles ont le pouvoir d'opérer ainsi la production d'une image latente correcte, avec tous ses

quoi ne pas admettre plutôt que les ondes calorifiques, transmises par la plaque de tôle, ayant pénétré dans le cliché, en ont fait vibrer les molécules à la façon qui leur est propre et ont ainsi produit un rayonnement par réflexion si l'on veut, quoique ce terme soit ici peu exact, capable de produire une image analogue à celle qui a pris naissance dans celle de mes expériences (papier au citrate) que j'ai mentionnée à la fin du chapitre précédent. S'il n'y a pas eu d'impression en face des parties grattées du cliché, c'est sans doute tout simplement parce qu'en ces parties il n'y avait pas production de vibrations, et par suite production de rayons capables d'impressionner la couche sensible, et non parce que des vapeurs *hypothétiques* de la gélatine y manquaient.

On voit que la question de l'action de la chaleur sur les couches sensibles n'est pas complètement élucidée, mais que, si la chaleur est modérée et si elle s'applique à des produits de bonne qualité, elle

détails, on conviendra que ces vapeurs-là ressemblent singulièrement à des vibrations, puisqu'elles agissent, sur la plaque sensible, exactement à la façon de la lumière.

Pourquoi donc croit-on avoir besoin de cet intermédiaire des vapeurs pour expliquer le phénomène, alors qu'il est si simple de dire qu'il est dû aux rayons calorifiques?

C'est parce qu'on oublie qu'il y a en photographie des phénomènes physiques et des phénomènes chimiques ; on veut tout expliquer par la chimie et on arrive alors à des solutions qui ne font qu'embrouiller les questions.

est au moins capable de produire une augmentation de la sensibilité.

L'électricité a une action manifeste sur les plaques. Il y a même grande chance pour qu'une partie des phénomènes qui se produisent en photographie lui soient attribuables. La question est fort controversée; quelques savants supposent que l'action de la lumière produit des courants alternatifs qui séparent l'argent des autres produits de la couche sensible; ce métal constituerait, avec le *révélateur* et les sels haloïdes restants, une sorte de pile qui produirait une nouvelle action électrique au détriment du révélateur.

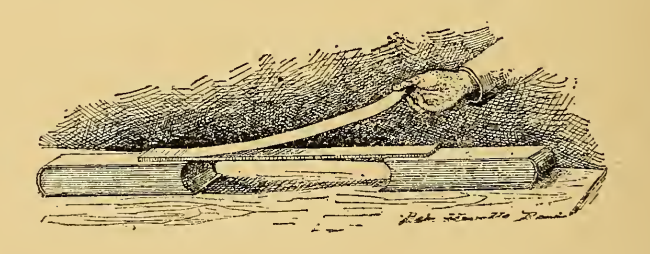
En tous cas, nous constatons couramment sa présence. L'électricité produit même des accidents et des insuccès; les plaques et les pellicules s'électrisent.

M. Drouin a signalé, dans la *Science en Famille*, un curieux phénomène d'électrisation, qui se produit lorsqu'on détache une épreuve photographique gélatinée de la glace; cette dernière s'électrise tellement fort qu'on peut en tirer à la main de petites étincelles, s'en servir comme plateau d'électrophore et attirer, à une distance de 7 à 8 centimètres des corps légers.

La façon la plus simple de répéter l'expérience est la suivante : on prend une épreuve photographique sur papier à la gélatine et on l'applique sur

la glace, sous l'eau, de la même façon que pour l'émaillage ordinaire ; on laisse sécher parfaitement, c'est-à-dire 12 ou 15 heures. On pose alors le tout sur deux supports (deux volumes par exemple) l'épreuve en dessus, et on place sous la glace, soit des bouts de papier, soit de la mœlle de sureau. On détache alors l'épreuve à la façon ordinaire.

Il n'est nullement besoin d'opérer rapidement, et les corps légers se précipitent contre la glace. Une épreuve de charbon reportée au verre peut être détachée en donnant lieu au même phénomène.



Si l'épreuve n'est pas doublée, on constate que la mince pellicule de gélatine est attirée fortement à sa place primitive lorsqu'on l'abandonne pendant l'opération.

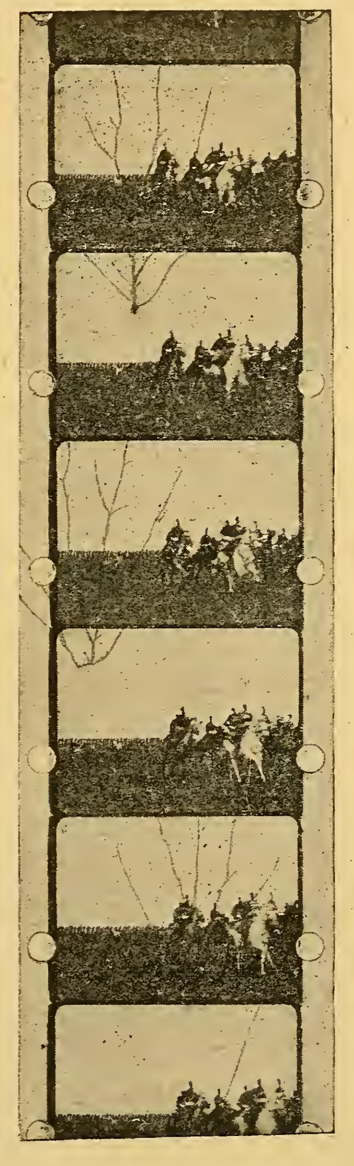
Si l'on frotte l'envers d'un cliché, soit avec la main, soit avec un chiffon, le verre attire de même à sa surface les corps légers, tandis que la couche de gélatine reste inerte.

Les films donnent tout particulièrement lieu à des phénomènes électriques.

M. Bergmann signale le suivant à *Photo-Revue* (15 juillet 1899) :

« Si l'on découpe une bande de 4 à 5 centimètres de large et qu'on la frotte vivement sur l'étoffe d'un vêtement, on développe une





quantité d'électricité suffisante pour que la pellicule puisse attirer de petits bouts de papier, des boules de sureau, etc. La même bande de pellicule électrisée s'appliquera vivement sur une surface plane, vitre, glace, etc... Mais il y a mieux : si l'on électrise la bande dans l'obscurité, on en tire de belles étin-

celles, comme d'une machine électro-statique.

« La production d'électricité déterminée par l'enroulement trop rapide de bobines de pellicules sensibles suffit à donner des étincelles qui impressionnent la couche et qui donnent, au développement, des images dans le genre de celle que je vous envoie ci-contre à titre de spécimen.

MM. Lumière déclarent qu'en effet les étincelles électriques se produisent fréquemment dans les films.

« Nous sommes obligés, dans la manipulation de nos pellicules, notamment pendant les opérations de la perforation des films, de prendre les plus grandes précautions pour qu'elles ne se produisent pas. Nous avons toujours soin de bobiner les pellicules sensibles lentement et dans un endroit qui ne soit pas trop sec, afin de les éviter, et nous recommandons à nos clients de faire de même.

« Ces étincelles forment sur la pellicule développée des arborescences qui, à la projection, font un effet déplorable, comme vous pourrez vous en convaincre en examinant le spécimen que je vous envoie.

Communication faite à Photo-Revue. — « Nous savons éviter ces étincelles dans nos usines, mais beaucoup de nos clients les rencontrent sur leurs pellicules en les rebobinant d'une manière trop rapide. »

M. Jougla envoya à son tour à la même revue,

une étude très complète de laquelle nous détachons ce qui suit :

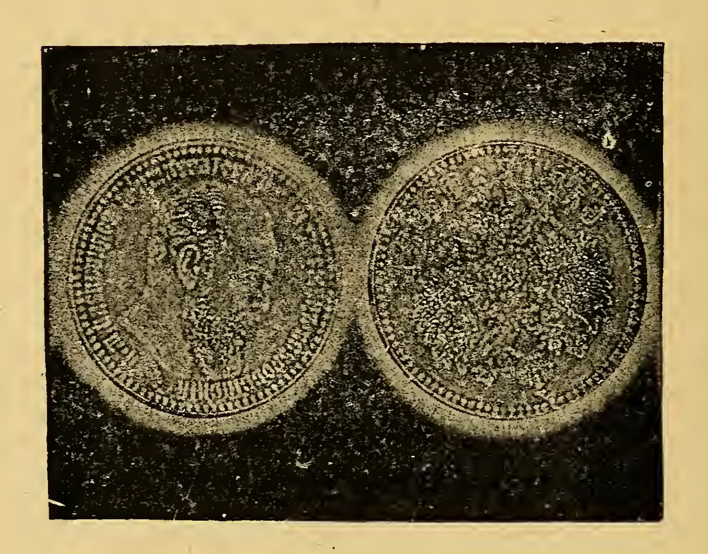
« Tous ceux qui font usage des clichés pelliculaires ont pu constater des phénomènes analogues au moment de la séparation de la pellicule et du support. Il suffit de produire cette séparation dans l'obscurité pour voir la lueur électrique, et cette lueur est d'autant plus vive que le mouvement de l'enlèvement de la couche est plus brusque.

« Il n'est pas nécessaire que la pellicule soit en celluloïd, un autre corps, gélatine, albumine, etc., produit le même éclair.

« J'ai fait il y a douze ans, l'expérience suivante : deux pellicules sensibles à base de gélatine, sans collodion ni celluloïd, furent placées dans des conditions de séchage telles, que l'une se détacha violemment de son support, tandis que l'autre, séchée à basse température, dut être incisée sur son pourtour pour être soulevée. Aux essais, la première présenta des traces de voile bien définies, mais partielles, tandis que la deuxième avait conservé toute sa pureté. Donc, l'action lumineuse avait été assez puissante dans le premier cas pour voiler la couche sensible.

« Le même phénomène a lieu quand on détache les pellicules en celluloïd sensibles ou non sensibles, des glaces sur lesquelles a été coulé le celluloïd liquide, on voit nettement les lueurs électriques se

produire entre la glace et la pellicule, et l'action est assez forte pour voiler la pellicule, si elle est sensibilisée ; en même temps il se produit une attraction très forte, et la pellicule adhère de nouveau à son support si on l'abandonne à elle-même. »



M. Jougla évite ces accidents en emprisonnant le support en celluloïd entre deux couches sensibles au gélatino-bromure d'argent, de cette façon le phénomène électrique ne peut plus se produire.

On peut obtenir par l'électricité des empreintes positives ou négatives de monnaies ou de médailles.

On écrit au directeur de *Photo-Revue* ce qui suit :

« Je vous envoie ci-joint deux photographies : l'une est le fac-similé d'un rouble en argent russe, à l'effigie de l'empereur Alexandre III et l'autre le

fac-similé de la médaille commémorative de l'exposition internationale d'électricité de Paris (1881).

« Les négatifs de ces photographies ont été obtenus sur plaques au gélatino-bromure Ilford, *extra-*



rapides pour le rouble et *ordinaires* pour la médaille. Chaque plaque était posée sur une feuille d'étain, reliée par un conducteur au pôle positif d'une spirale de Ruhmkorff, donnant à l'air libre une étincelle de 1 centimètre de longueur; la surface sensible de la plaque était tournée en dessus et la pièce à photographier simplement posée sur elle; le pôle négatif une fois en contact avec la pièce,

je fermais et rompais presque instantanément le circuit primaire de la spirale et l'opération était faite. Il va sans dire que tout se passait dans le cabinet noir, à la lueur de la lanterne rouge et que les opérations subséquentes, développement, fixage, etc., étaient absolument les mêmes que pour un négatif ordinaire.

« Quant aux positifs, l'un, celui de la monnaie, a été fait sur papier aristotype Ilford et l'autre sur papier au gélatino-bromure Nikko-Eastman.

« Le procédé que je viens de décrire est excessivement commode pour prendre des fac-similé de monnaies et de médailles anciennes, et peut donner des résultats bien meilleurs et surtout plus prompts et plus faciles qu'avec l'objectif et la chambre noire.

M. Boudet, de Paris, a obtenu des résultats identiques en opérant de la même façon.

On peut donc impressionner des plaques par l'électricité.

Mais peut-on développer des clichés à l'aide de ce même agent physique?

Liesegang répond affirmativement : combinant deux expériences faites par M. Schützenberger en 1869 et par M. Eder en 1886, il a fait passer le courant de six éléments secs de Gassner dans une solution presque saturée de bisulfite de soude contenant deux électrodes de platine séparées par un vase poreux. La plaque impressionnée est plongée

dans le liquide entourant l'électrode négative. L'image se développe en quelques minutes avec une teinte brun rougeâtre. Le liquide reste parfaitement limpide ; sa décomposition est sans inconvénient dans ce mode de procéder, les éléments séparés se recombinant sous l'influence du courant. Dans le bain de fixage, l'image perd beaucoup de son intensité, mais conserve sa teinte brunâtre.

La radiographie ne rentre pas dans le plan de cette étude ; cependant, nous ne pouvons passer sous silence un phénomène qui se rattache à la physique photographique proprement dite, phénomène signalé par M. Villard dans le journal *la Photographie:* c'est le renversement des images.

« Supposons qu'une plaque photographique ait été impressionnée par les rayons X pendant le temps qui conviendrait pour faire une bonne radiographie puis, avant de la plonger dans le révélateur, exposons une partie de la plaque, une moitié, par exemple, à l'action de la lumière. Au développement, nous constaterons que la moitié insolée devient moins noire que l'autre. Elle est d'autant plus éclaircie que l'action de la lumière a été plus prolongée et, au moins avec certaines émulsions, elle peut rester tout à fait blanche et exempte de voile. Une exposition d'une minute environ, à 50 centimètres d'un fort bec Auer, suffit pour donner ce résultat.

« Ainsi, la lumière détruit l'impression produite

sur la gélatine par les rayons X ; cet effet destructeur est d'autant plus marqué que la lumière est plus intense et que son action est plus prolongée, et il en est ainsi jusqu'à ce que toute trace d'impression soit effacée. Il n'y aurait exception que si les rayons X n'avaient agi sur la plaque que pendant un temps trop réduit, auquel cas le résultat serait à peu près le même qu'avec une plaque ordinaire.

« Les couleurs les plus actives, au point de vue dont il s'agit, sont celles auxquelles est sensible le bromure d'argent dans les conditions ordinaires, c'est-à-dire le bleu, l'indigo et le violet.

« Ce sont, en effet, les couleurs qui correspondent aux rayons les plus absorbables par le bromure d'argent. Mais le reste du spectre se montre également très actif et, avec certaines émulsions, le commencement de l'infra rouge produit encore un effet très appréciable jusqu'à une distance assez grande du rouge extrême visible

« Les résultats qui précèdent conduisent immédiatement aux expériences suivantes :

« Une préparation sensible au gélatino-bromure d'argent est d'abord impressionnée sur toute sa surface par les rayons X, puis placée dans un appareil photographique ordinaire dont on dirige l'objectif sur un sujet quelconque ; les lumières de l'image détruisent l'impression produite par les

rayons X. Dans les ombres, au contraire, l'action est faible ou nulle. Au développement, les clairs du modèle viendront par suite en blanc et les ombres en noir. On aura une épreuve positive directe, qu'il faudra évidemment regarder par le côté verre pour voir l'image dans le sens où sont réellement placés les objets que l'on a photographiés. Ce procédé est simple, mais les émulsions n'ayant pas évidemment été faites en vue de cette application nouvelle, la durée de pose doit être assez longue, de vingt à trente secondes.

« Le voile n'est évidemment pas à redouter, puisque les blancs du cliché sont précisément produits par la lumière ; aussi le développement peut-il se faire à une lumière rouge ou jaune assez forte, de préférence rouge.

« On fait une radiographie à la manière ordinaire, puis on expose la plaque à la lumière du jour ou d'un bec Auer. Partout où ont agi les rayons X, la lumière détruit cette action et, par suite, le fond sur lequel se détachent les objets radiographiés restera blanc au développement. Dans l'ombre portée par ces objets pendant l'exposition aux rayons X, le bromure d'argent n'a subi aucune modification, et la lumière produit son effet ordinaire, et ces ombres apparaîtront en noir sous l'action du révélateur. On obtient de cette manière une radiographie directe, avec toutes ses demi-teintes.

« Comme il est nécessaire, pour obtenir ce résultat que toute la plaque soit exposée à la lumière, il n'y a évidemment aucun inconvénient à effectuer le développenent à la lumière ordinaire, devant une fenêtre ou un bec de gaz. On a ainsi l'avantage de suivre très facilement la venue de l'image.

« Les diverses préparations au gélatino-bromure sont loin d'être comparables pour ces expériences, au point de vue de la qualité des épreuves, mais avec toutes les résultats sont les mêmes, au point de vue du sens général des phénomènes. »

On a prétendu que la photographie reproduit l'invisible.

Il est évident que les plaques étant sensibles aux radiations émanant de la région ultra-violette du spectre, certaines substances, invisibles à nos yeux sous une faible épaisseur, en couche très mince, à la manière, par exemple, de l'encre sympathique, mais capables d'émettre des rayons ultra-violets, se trouvent révélées par la photographie.

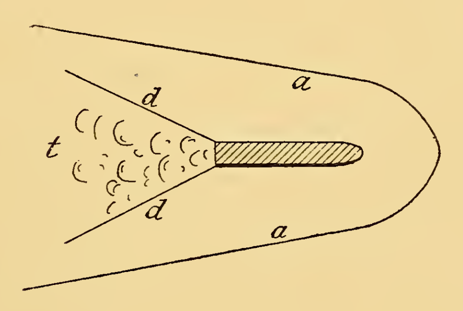
Si l'on écrit sur une feuille de papier blanc avec du sulfate de quinine, l'écriture que l'imperfection de notre organe visuel ne nous permet pas de discerner, se révèle si l'on tire un cliché de cette feuille.

Des phénomènes invisibles à l'œil nu ont été révélés par la photographie.

On lui a demandé, par exemple, de *matérialiser* la marche des projectiles dans l'espace et d'indi-

quer les phénomènes qu'ils produisent après leur sortie de l'arme à feu.

M. Londe, dans son *Traité de Physique*, cite les expériences de Mash et Salcher ; ces expériences ont pour but d'étudier les effets de compression de l'air par les projectiles animés de grande vitesse (4 à 500 mètres à la seconde).



« La silhoutte de la balle apparaît nettement, entourée de zones et d'auréoles qui, d'après certains auteurs, correspondent à des compressions et à des décompositions de l'air ambiant. La zone de compression de l'air se montre sous forme d'une hyperbole qui entoure le projectile ; des bandes de démarcation partent des bords supérieurs du projectile et se dirigent en s'écartant à l'arrière. Si la balle est animée d'une très grande vitesse, on constate à l'arrière, dans la partie qui est privée d'air, des petites images en forme de trainées. Les effets observés sont analogues à ceux constatés dans l'eau avec un bateau animé d'une très grande vitesse.

Ces résultats confirment l'hypothèse d'une forme hyperbolique de l'air que M. Mash avait déjà établie théoriquement. »

Parmi les phénomènes invisibles à l'œil et que certaines personnes prétendent révélables par la photographie, il faut citer l'afflux de l'*Od* ou fluide magnétique.

Les êtres animés (l'homme, les animaux, les plantes) sont évidemment sous l'influence du magnétisme ou de l'électricité, qui ne font qu'un. Cette influence est elle-même sous la dépendance des circonstances atmosphériques ; elle a dans chaque individu des maxima et des minima; sa puissance varie d'un individu à l'autre ; il est certain qu'elle s'exerce davantage sur les névropathes et sur les hystériques que sur les lymphatiques.

Chez les hystériques, elle est capable d'atteindre des paroxysmes tels, qu'ils deviennent aptes à émettre des étincelles et des flammes, rien d'étonnant alors à ce qu'il se dégage de l'extrémité de leurs doigts des effluves analogues à celles qui se dégagent des pointes, suivant un phénomène connu. Ces effluves, s'échappant avec une vitesse énorme, celle de la lumière, de la chaleur, etc., refouleront l'air à la façon du projectile de tout à l'heure, et si la photographie est capable d'enregistrer d'une manière saisissante l'hyperbole formée par l'air refoulé et comprimé par le projectile, j'imagine

qu'elle doit être également capable de rendre manifeste l'hyperbole formée par l'air que refoule et comprime l'effluve magnétique, la *force vitale* qui a échappé du doigt d'un médium.

Cependant les expériences contradictoires qu'on a faites à ce sujet, et dont *Photo-Revue* a enregistré les plus intéressantes, ne sont assez concluantes ni pour, ni contre le phénomène, pour qu'il nous soit permis d'être affirmatif dans un sens ou dans l'autre.

Personnellement, en raison de la remarque que je viens de faire un peu plus haut, je crois à la possibilité du phénomène, mais en le faisant rentrer dans la série des phénomènes physiques engendrés par le fluide électrique.

CHAPITRE VI

Théorie du développement. — Théorie chimique. — Théorie physique. — Augmentation de volume du grain d'argent par agglomération des molécules. — Superposition des grains. — Température du révélateur, son action. — Développement lent. — Développement confiné. — Développement en pleine lumière. — Image latente inorganique et organique. — Développement des positifs.

Pour transformer l'image latente en image visible, il faut soumettre la couche impressionnée à l'opération du développement. Le développement de l'image se fait dans un bain appelé révélateur. Ce révélateur a pour fonction de continuer l'œuvre des rayons lumineux, c'est-à-dire d'achever la séparation du métalloïde (bromure), du métal (argent), de dissoudre le premier et de précipiter le second. A ce titre, le révélateur semble agir d'une manière électrolytique, qu'il y ait eu, ou non, formation préalable d'un sous-sel, hypothétique du reste, puisqu'on n'a pu l'isoler.

Nous sommes, en effet, en présence de deux théories de la formation de l'image : théorie

chimique, théorie physique à laquelle nous nous rallions.

La théorie chimique admet que la lumière produit sur le sel d'argent une décomposition intégrale ou partielle; dans le premier cas, l'image est visible et formée d'argent métallique, dans le second cas, on a une image latente constituée par un composé intermédiaire (sous-sel). Si l'action de la lumière est suffisamment énergique, les molécules du sel sensible, décomposées, sont assez nombreuses pour rendre l'image plus ou moins visible; si, au contraire, l'action lumineuse a été de trop courte durée, les molécules altérées sont en faible quantité, et, disséminées dans la masse de la couche, elles produisent l'image latente.

La théorie physique admet que, dans le cas de l'image visible, il y a décomposition véritable du sel d'argent avec dépôt d'argent métallique, constituant cette image. Mais dans le cas de l'image latente, elle suppose que les ondes lumineuses produisent une modification dans l'état d'équilibre moléculaire du sel sensible, état *modifié*, dans lequel le sel en question serait facilement décomposé par le révélateur.

D'autre part, on a divisé les révélateurs en deux classes : révélateurs physiques, révélateurs chimiques.

La lumière produit sur chaque molécule de bro-

mure d'argent une sorte de dissociation qui tend à séparer les atomes de brome et d'argent qui la composent; dès lors, chacun de ces atomes acquiert une certaine énergie potentielle qui lui permet d'exercer une attraction sur les molécules d'un autre corps. C'est ainsi qu'en mettant au contact d'une plaque impressionnée une solution contenant de l'argent, facilement précipitable, cet argent viendra se déposer sur les parties frappées par la lumière, en quantité d'autant plus grande que l'impression lumineuse aura été plus énergique. Les solutions qui agissent ainsi et qui permettent de développer les plaques contenant peu d'argent, telles que les plaques au collodion humide, ont reçu le nom de révélateurs physiques.

Au lieu de précipiter l'argent à la surface de la couche impressionnée, on peut aussi traiter cette couche par un corps qui tend simplement à décomposer les molécules de bromure d'argent, déjà partiellement dissociées par l'action antérieure de la lumière; de tels corps, qui conviennent plus particulièrement aux couches renfermant beaucoup d'argent, comme les couches au gélatino-bromure, sont dits révélateurs chimiques.

En résumé, dans le révélateur physique, l'image apparaîtrait par superposition des molécules d'argent, tandis que dans le révélateur chimique, l'image produirait la réduction immédiate, sur

place, de toutes les parties qui ont reçu l'action de la lumière, ce serait le rôle des révélateurs alcalins.

« Dans le développement par superposition, dit Davanne, dans son *Traité de Photographie*, on suppose que l'iodure d'argent (le sel d'argent en général), influencé par la lumière, reste inaltéré ou qu'il a été transformé partiellement en sous-iodure ; pour une cause ou pour une autre qui nous échappe, ces parties insolées ont un pouvoir attractif, et, à mesure que le sulfate de fer (du révélateur) réduit le nitrate d'argent (il s'agit ici du procédé au collodion humide) qui baigne l'épreuve, les molécules métalliques mises en liberté sont attirées et sont portées sur les parties qui ont reçu l'action lumineuse. Ce premier dépôt d'argent formé devient un centre d'attraction pour les autres molécules et l'on comprend que l'image augmente ainsi rapidement en intensité et qu'elle puisse être remontée, même quand le fixage a fait disparaître les iodure et bromure, causes du premier dépôt. »

En ce qui concerne le développement chimique, s'il existe réellement, il est accompagné de phénomènes analogues au développement physique; je pense que ce développement ne devrait pas s'appeler chimique, mais *physico-chimique*.

Pour que ce développement soit exclusivement chimique, il faudrait admettre que le volume des grains de bromure d'argent, noyés dans la gélatine,

détermine toujours, directement, celui des grains de l'argent métallique, or il n'en est pas toujours ainsi.

Liesegang, dans sa *Photographische physik*, s'explique là-dessus de la façon suivante :

1° Il peut toujours arriver que les particules de bromure d'argent ne soient pas entièrement réduites par le révélateur ;

2° Il est probable que le grain d'argent augmente de volume en se transformant en argent métallique ;

3° Les particules isolées d'argent peuvent s'agglomérer dans l'intérieur de la couche.

« En ce qui concerne le premier point, il y a lieu de mentionner la théorie moderne sur le développement de l'image latente :

« Que l'on se place, soit du côté d'Eder (théorie du sous-bromure) ou du côté d'Abegs (théorie du grain d'argent), il faut accepter l'hypothèse que le bromure d'argent n'est pas autant transformé par la lumière qu'il est réduit par le révélateur.

« La marche de la réduction du bromure d'argent intact étant relativement lente, il en faut conclure que les grains de bromure n'ont pas besoin d'être complètement réduits, ce qui laisserait à supposer une simple diminution de leur volume. On n'a pas encore fait d'observations là-dessus avec le microscope.

« Il semble pourtant que la conduite du développement chimique des plaques au chlorure d'argent

(de celles par exemple qui servent aux projections), démontre la justesse de cette supposition. Après une courte exposition, ces plaques deviennent noir verdâtre ; plus longtemps exposées, elles prennent des tons rouges. Un plus rigoureux examen nous révèle que le temps d'exposition n'a qu'une influence secondaire sur la production des couleurs, en réalité, ces dernières ne proviennent que de la durée du développement, mais cette durée est subordonnée à son tour à celle de l'exposition.

« Moins la plaque reste de temps dans le révélateur, plus elle est rouge après le fixage ; or le rouge (nous le verrons tout à l'heure) implique toujours une certaine finesse du grain.

« Mais alors le grossissement des grains d'argent ne peut se produire que si, à l'action chimique du révélateur, vient s'ajouter une action physique de ce même développateur ; c'est-à-dire que si une partie des sels d'argent restés intacts est réduite par lui et déposée, sous forme d'argent naissant, sur les particules de bromure d'argent impressionnées. La résolution du bromure d'argent, qui est l'œuvre essentielle de cette réaction, peut être faite par certaines substances chimiques, ajoutées au révélateur et jouissant de la propriété de réduire les sels haloïdes d'argent. »

Neuhauss, à propos de ses recherches sur la photographie des couleurs, a écrit ce qui suit :

« Jusqu'à ce jour, on a cru que les plaques sans grain sont les seules qui conviennent à cet usage; or les plaques au bromure d'argent de Lumière et Valenta (température de l'émulsion 40°), qui rendent admirablement les couleurs, ont un grain absolument apparent. La grosseur n'est pas la même avant le développement qu'après. Avant, elle varie de $0^{mm},0001$ à $0^{mm},0003$ environ; comme les demi-longueurs d'ondes de la lumière visible à l'œil nu ont une amplitude qui varie de $0^{mm},00019$ à $0^{mm},00038$, il s'ensuit que le diamètre du grain est sensiblemeut égal aux demi-longueurs d'onde. »

« Dans le révélateur, sous l'action de l'ammoniaque, le grain s'épaissit remarquablement; son diamètre, après le développement varie de $0^{mm},0005$ à $0^{mm},0015$; il est alors notablement plus fort que les demi-longueurs d'onde.

Schumann, à l'occasion de ses fines photographies des raies spectrales, a été amené à étudier la grosseur du grain; Liesegang cite de lui l'expérience suivante :

« Schumann exposait une plaque normale, puis la coupait en trois parties ; il développait la première partie dans un révélateur ordinaire au pyrogallol ; pour la deuxième, il ajoutait un peu de bromure de potassium au révélateur; enfin, pour la troisième, il ajoutait au révélateur une quantité notoire de ce sel.

« Il constata d'abord, sur ces plaques, la réaction habituelle du bromure de potassium : la troisième partie était remarquablement plus riche en contrastes que la première; il constata, en outre, une propriété du bromure de potassium restée inconnue jusqu'ici, mais qui ne peut être regardée que comme une cause accessoire de l'augmentation des contrastes ; la première partie était si fine de grain, que sa structure ne se révélait qu'à l'examen microscopique ; la troisième partie, au contraire, était particulièrement grenue. Les molécules d'argent y étaient séparées les unes des autres par des intervalles transparents et avaient presque la grosseur de grain des autotypes. La deuxième partie avait un grain moyen.

« Schumann croit que le bromure de potassium dissout d'abord une certaine quantité de bromure d'argent, que le révélateur réduit ensuite l'argent dissous, et qu'en vertu du développement physique l'argent naissant se dépose sur les grains d'argent métallique qui constituent l'image.

« Je crois faire remarquer, dit Liesegang, qu'il est question, dans les deux cas, d'une émulsion d'un grain extrêmement fin, la pellicule isolée de bromure d'argent y est peut-être plus promptement réduite que dans les émulsions à gros grain ; dans ces dernières, il se peut que la perte d'argent provenant d'une réduction incomplète soit un peu plus

forte que dans les autres, lors de la production de l'argent natif; aussi, avec nos plaques sèches extra-sensibles, pouvons-nous à peine compter sur un renforcement de cette nature; d'autre part, cette action de l'argent naissant, obtenue comme nous l'avons vu, n'est pas exclue de tous les procédés de développement.

« Parfois, par exemple, pour remonter des plaques sous-exposées, on ajoute au révélateur une quantité minime d'hyposulfite de soude. Il est vraisemblable que cet hyposulfite dissout une certaine quantité de bromure d'argent qui est ensuite réduite par le révélateur. Il est alors inutile de renforcer l'image par l'argent natif. Il se peut que les nouvelles particules d'argent ne deviennent actives qu'à l'aide du développement physique. Le sulfite de soude, également connu comme jouissant de la propriété de dissoudre les sels haloïdes d'argent, n'agirait-il pas d'une manière analogue ?

« On peut encore obtenir le grossissement des grains d'une troisième manière que comprendront surtout les personnes auxquelles il arrive d'exposer leurs clichés à la chaleur pour les sécher rapidement. Si la couche de gélatine n'a pas complètement fondu, il se produit dans l'image une réelle augmentation des contrastes. La plaque devient grenue à tel point qu'on peut en distinguer le grain à l'œil nu. Ce phénomène se produit également avec les

plaques sous-exposées qu'on abandonne longtemps dans un révélateur pyrogallique fortement alcalin; il survient, dans ces deux cas, un ramollissement de la couche de gélatine qui favorise l'association des particules d'argent. »

En résumé, le développement produit une augmentation de volume du grain d'argent; cette augmentation est due à la superposition de l'argent, réduit par le révélateur, à l'argent métallique qui constitue l'image; c'est une action physique du révélateur succédant à l'action de décomposition du bromure d'argent.

La chaleur augmente l'énergie du révélateur; étant donné ce que nous avons dit précédemment au sujet de l'action de la chaleur sur les couches sensibles, on devait s'y attendre.

Un bain chauffé ne vaudra donc rien pour le développement d'une plaque surexposée; mais, dans tous les autres cas, il sera d'un excellent usage à condition que sa température ne dépasse pas 30°; parce qu'au delà la gélatine se ramollit et tend à se dissoudre. Le chauffage du bain révélateur est surtout avantageux en ce sens qu'il permet de diminuer considérablement la durée de la pose.

M. Rossignol cite l'expérience suivante qu'il a faite :

« Prenez deux glaces également impressionnées par une pose excessivement courte, développez

l'une à la température du laboratoire et pendant 5 à 10 minutes. Chauffez ensuite légèrement la cuvette, puis opérez dans le même bain avec la seconde plaque. Après fixage, vous verrez, dans le premier cas, l'image, complète peut-être, mais très légère et certainement insuffisante pour le tirage. La glace développée dans le bain à peine tiède sera, au contraire, parfaitement venue et surtout vigoureuse et modelée, avec toutes les valeurs du sujet. » (*Bulletin du Photo-Club de Paris.*)

M. Rossignol ajoute les considérations suivantes :

« Le chauffage des révélateurs se pratique sans difficulté et sans dangers de la manière suivante : il suffit de se procurer une terrine en grès de dimension suffisante et dans laquelle on verse de l'eau très chaude. La plaque à développer et le mélange révélateur, dans une cuvette de tôle émaillée, sont portés au contact avec l'eau chaude, quand on juge à propos d'accélérer le développement.

« Puisqu'une faible élévation de température suffit pour exalter la puissance du révélateur d'une façon surprenante, n'est-ce pas à de telles variations qu'il faut attribuer ces résultats si différents parfois, et presque toujours fâcheux, de plusieurs clichés que nous avions toutes raisons de croire identiques ? N'est-ce pas à la même cause que l'on doit ces effets inégaux, imprévus, de bains révéla-

teurs bien connus et dont nous croyions être maîtres? Enfin, les énormes différences dans la durée de pose, de l'été à l'hiver, ne sont-elles pas dues pour une très grande part à la température de notre laboratoire dans les saisons opposées? Ainsi, pour être exacte, la comparaison de deux formules révélatrices exige que les bains soient au même degré du thermomètre. »

Il ne suffit pas de connaître la nature des réactions produites par le révélateur à l'intérieur de la couche sensible, il faut encore savoir comment il pénètre dans cette couche, car le mode de pénétration du révélateur a, comme nous le verrons, une influence évidente sur le résultat final de l'opération.

Lorsqu'on a mis la plaque ou le film en contact avec le révélateur, celui-ci *jaillit* à l'intérieur, par les pores de la gélatine, comme l'eau d'une source jaillit par les interstices du sable fin qui couvre le fond. De même que dans le sable, ce jaillissement n'est pas uniforme dans l'étendue de la couche, parce qu'il y a des portions de cette couche qui se laissent plus facilement pénétrer que les voisines; dans ces parties, le liquide révélateur avance donc relativement vite dans les profondeurs de la gélatine, tandis que dans les autres sa progression est lente parce qu'elle a plus d'obstacles à vaincre ou du moins plus de travail à accomplir.

On comprend immédiatement quelles sont les parties de la couche dans lesquelles le révélateur pénètre plus rapidement et quelles sont celles dans lesquelles il pénètre lentement. Il pénètre rapidement là où son travail est déjà commencé, là où la lumière a *modifié* l'état moléculaire des particules de bromure d'argent, là où seront les grandes ombres du cliché, les lumières du sujet et de l'épreuve. Il pénètre plus lentement là où la lumière a peu ou pas modifié le bromure ; en un mot le révélateur jaillit dans l'image latente tandis qu'il s'infiltre plutôt peu à peu dans le reste de la couche de gélatine.

A mesure qu'il envahit la gélatine, le révélateur l'imbibe et la ramollit, rendant ainsi plus facile la réaction destinée à produire la venue de l'image. Ce ramollissement de la gélatine se fait donc pour ainsi dire couche par couche, de la surface externe à celle du support, avec des avancées dans les parties impressionnées.

Dans ces dernières le liquide sépare complètement l'argent métallique du bromure et dissout ce dernier ; dans les parties non impressionnées il dissout également un peu de bromure d'argent et l'argent de ce bromure dissous va se porter, par électrolyse, j'imagine, sur les molécules d'argent formant l'image.

Deux liquides sont maintenant en contact : dans

la cuvette le révélateur proprement dit; dans la couche, du révélateur bromuré; alors se produit la diffusion des deux liquides, diffusion par *osmose*, la gélatine faisant l'office de membrane. Le bromure se diffuse hors de la gélatine, dans le révélateur de la cuvette, tandis que du nouveau révélateur se diffuse dans la couche. Et tandis que se livre ce combat dans lequel l'assaillant est renforcé, à chaque pas, jusqu'à usure complète des éléments réducteurs de la cuvette, tandis que s'exécute ce chassé-croisé entre les nappes de révélateur actif et celles de révélateur épuisé, la réaction chimique, ou physique, peu importe, suit son cours.

Si la pose a été faible, le révélateur n'aura pas de peine à gagner, à dissocier toutes les particules de bromure atteintes par les rayons lumineux.

Si la pose a été normale ou s'il y a eu surexposition, il faudra au révélateur plus de temps et plus de travail pour aboutir, — il s'épuisera plus vite également, — parce que, la *modification* s'étant produite plus avant dans la couche, il devra y pénétrer plus profondément.

Si donc on ne laisse pas agir le révélateur un temps suffisant, la réduction sera incomplète et le résultat sera analogue à celui obtenu avec une pose faible : certains détails manqueront à l'image et cette dernière aura besoin d'être renforcée.

Remarquons maintenant que le révélateur, qui

travaille à mesure qu'il avance, s'use et perd de son énergie tout en progressant. Son action dans les tranches successives est donc de plus en plus faible et par conséquent de plus en plus lente; en outre, la couche d'argent métallique qu'il précipite, tout en cheminant, devient un obstacle qu'il oppose lui-même à sa progression. Cette couche intercepte d'une part, en partie du moins, l'arrivée du révélateur neuf et d'autre part emprisonne plus ou moins, entre elle et le support, une certaine, quantité de vieux révélateur bromuré. Cette couche est plutôt une cloison qu'une membrane, elle rend la diffusion laborieuse. C'est ainsi qu'on peut s'expliquer la formation d'une image positive au dos de certaines plaques, et surtout au dos des plaques surexposées : le révélateur qui arrive au verre ou du moins près de ce dernier est chargé de bromure qui est blanc ; dans cette région extrême de la couche il a opéré peu ou pas de réduction ; il est en outre emprisonné par la couche d'argent métallique qui constitue l'image, et qui empêche l'afflux de révélateur neuf pour le renforcer et lui rendre de l'activité; je dirai de suite que cette couche est également imperméable à l'hyposulfite de soude; il en résulte que ce bromure, qui n'a pas été atteint par le fixateur, subsiste dans la gélatine même après le séchage du cliché, sous les parties qui avaient été touchées par les rayons lumineux, c'est-à-dire sous

les ombres du cliché, correspondant aux lumières du sujet et de l'épreuve.

Puisque le liquide révélateur qui s'est *infiltré* dans les parties de la couche peu ou pas touchées par la lumière, a moins travaillé, est plus neuf que celui qui a *jailli* dans les parties plus impressionnées ou très impressionnées, arrivé près du support, c'est-à-dire au fond de la couche, il y agit à la façon d'un bain neuf et fournit un précipité noir ; il ne crée pas d'obstacle devant lui; de plus, en raison de la supériorité de son énergie et par la loi de la diffusion, il empiète un peu sur le domaine du révélateur usé et réduit une mince bande du pourtour des parties claires qui forment l'image positive vue par réflexion sur le dos de la plaque ; ce qui explique pourquoi cette image positive est plus petite que l'image négative vue par transparence. Notons encore qu'il est possible qu'au fixage une certaine quantité d'hyposulfite de soude ait dépassé les bords de l'image imperméable d'argent et soit venue réduire un peu de bromure sous ses bords.

La propriété qu'a la couche de particules d'argent métallique d'être difficilement perméable au révélateur explique comment il se fait que des clichés surexposés ne donnent souvent que des images grises et superficielles.

Par suite de l'excès de pose, la lumière a agi longtemps et avec toute son intensité sur toute la

surface de la couche sensible; elle y a modifié un nombre considérable de molécules de bromure d'argent. Si l'on met cette surface en contact avec un révélateur énergique, immédiatement ce révélateur dissout le bromure et précipite l'argent de a surface en une mince pellicule métallique, *voile noir* en même temps que barrière s'opposant à la progression du révélateur.

Comment empêcher la production de cet ennuyeux phénomène? Nous trouvons le remède dans les considérations que nous avons exposées plus haut sur la marche du révélateur dans les parties où il *s'infiltre* à travers la gélatine. Il faut permettre au liquide de pénétrer dans les profondeurs de la couche avant la production de l'obstacle, avant que tout l'argent de la surface ne soit réduit; il faut donc réduire l'énergie du révélateur, réduire d'autant plus cette énergie que la surexposition est plus à craindre, quitte à lui rendre de l'activité à mesure que le besoin s'en fait sentir au cours du développement.

On peut ajouter au liquide du bromure; on peut aussi le diluer plus ou moins et arriver ainsi à la pratique du *révélateur lent*, qui est préférable à 'autre.

« Le bromure de potassium, dit Liesegang, rend la partie supérieure de la couche moins apte à se réduire, et, la pellicule d'argent étant plus lente à

se former, le révélateur peut pénétrer dans toute la profondeur de la couche. »

L'usage du développement lent est également bon pour les plaques sous-exposées, parce qu'il empêche les grandes lumières d'atteindre leur opacité avant l'apparition des premiers détails dans les ombres, fait qui cause l'exagération des contrastes.

Exposer ici la pratique du développement lent serait sortir des limites et des intentions de cette étude; les personnes qui ignorent ce procédé et qui voudront le connaître, le trouveront exposé tout au long dans plusieurs ouvrages ou revues, notamment dans *Photo-Revue*, qui donne les méthodes de Clerc et du commandant Fourtier.

Le capitaine Colson a proposé un autre procédé qu'il appelle *développement confiné.*

« Dans le développement confiné, la couche sensible impressionnée n'est soumise qu'à une lame mince du liquide révélateur sur un espace restreint, confiné, qui emprisonne cette faible épaisseur de liquide et la sépare de la masse du bain. Pour cela, on pose une lame de verre sur la plaque dans le révélateur. On obtient ainsi des images à fond très pur, analogues à celles que donne l'addition du bromure alcalin, et cela *sans* modifier la composition du bain.

« Les principales causes de cet effet peuvent se résumer ainsi : faible quantité des éléments du

révélateur et travail complet de ces éléments sur la couche sensible, soustraite à l'action de masse du bain entier; emprisonnement du bromure alcalin produit par le développement, diffusion restreinte et différente des éléments du révélateur ainsi que des produits d'oxydation et de réduction; causes diverses provenant des phénomènes de capillarité introduits par la lame de verre, etc., etc.

« La plaque est d'abord plongée dans l'eau pendant 1 à 2 minutes, de sorte que la gélatine en soit bien imprégnée. Cette opération a deux buts : on amortit ainsi le coup de fouet initial du révélateur, et la gélatine gonflée permet au verre de glisser à sa surface, dans le bain, avec une très grande facilité, sans frottement nuisible. Puis on la place dans le révélateur, on balance la cuvette pendant un instant très court pour couvrir uniformément de liquide la plaque, et l'on pose sur la couche sensible, dans le liquide, la lame de verre préalablement mouillée par le révélateur... Le verre a une grande tendance à glisser sur la gélatine dans le liquide, il faut le poser bien exactement sur la plaque, *noyée dans le bain*, par un rabattement qui empêche les bulles d'air, sans appuyer, et pousser le tout dans un angle de la cuvette en penchant légèrement celle-ci pour que le verre soit calé et reste en place.

« On suit la venue de l'image au travers du verre ;

on peut aussi, très facilement, sortir de la cuvette l'ensemble en le prenant par les bords et l'examiner par transparence.

« L'image vient-elle assez rapidement, eu égard à l'espèce et à l'énergie du révélateur employé, c'est que l'impression a été plus que suffisante, et il n'y a qu'à laisser l'effet se compléter. Si l'examen par transparence montre qu'il est nécessaire d'aller plus loin, on remet l'ensemble dans le liquide, et on fait glisser le verre de façon à découvrir la plaque, puis on recouvre aussitôt. Cette deuxième fourniture du révélateur ajoute au premier effet, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'on arrive à une opacité suffisante. Un révélateur énergique peut terminer du même coup un cliché fortement impressionné.

« L'image vient-elle lentement, même après deux ou trois suppressions du verre ; on laisse alors la plaque à découvert, quitte à remettre le verre si l'on s'aperçoit que la réduction devient trop rapide

« Enfin, l'image vient-elle très lentement ou pas du tout, il faut alors enlever le verre et faire agir le révélateur en masse, ou tirer la plaque hors du bain, à découvert, pour activer l'oxydation par le contact de l'air. Ce sera pour les instantanés très rapides.

« On voit ainsi comment la seule manœuvre du verre équivaut à des variations extrêmement étendues dans la composition du bain, sans que celle-ci soit modifiée ; le bromure alcalin formé est lui-même

enlevé, surtout si l'on a eu la précaution de porter dans l'eau de lavage l'ensemble de la plaque et du verre sans les séparer.

« Ce procédé ne s'applique pas seulement à la plaque dans son ensemble ; il permet aussi d'exercer des actions locales et rapides, grâce à la grande facilité avec laquelle le verre glisse sur la gélatine dans le bain. On peut ainsi, en particulier, augmenter la vigueur des premiers plans en ménageant l'horizon et le ciel, ou inversement faire ressortir des effets de nuages en ménageant le reste, par des déplacements successifs et dégradés du verre qui découvrent plus longtemps les parties à renforcer. On est absolument maître de ses effets, que l'on peut accentuer plus ou moins, toujours sans modifier la composition du bain. »

M. *Davanne* propose, dans son *Traité de Photographie*, un procédé qui se rapproche un peu du développement confiné.

« Il est bon de retourner l'épreuve face en dessous, en l'exhaussant par un support quelconque, afin qu'il y ait entre les faces de la cuvette et de la glace une couche de liquide à peu près uniforme ; il faut éviter que la face du cliché soit trop près du fond de la cuvette, la couche du liquide interposé serait trop vite épuisée et le développement se ferait d'une manière irrégulière. »

M. *Sterry* prétend que la plaque impressionnée

porte deux images latentes : l'une qu'il appelle *image inorganique ;* l'autre, *image organique*. L'image inorganique serait celle qui est fournie, au développement, par l'argent métallique, l'image organique serait due à un composé organique de gélatine avec du bromure, du chlorure ou de l'iodure d'argent ; quoi qu'il en soit, il me semble que ces deux images n'en forment qu'une seule, s'emboîtant l'une dans l'autre, l'image organique enveloppant l'image inorganique.

Une plaque ayant été impressionnée, si on la fixe à l'hyposulfite de soude avant le développement, on détruit l'image inorganique, et l'image organique, seule respectée, peut être *développée en pleine lumière.*

M. Sterry aurait obtenu ainsi de bonnes épreuves, mais le développement de l'image organique est délicat et compliqué ; on le trouvera expliqué dans *Photo-Revue*, 15 septembre 1898.

A rapprocher de cette théorie des deux images l'expérience suivante de *Liesegang*, qui semble propre à l'expliquer quelque peu :

« J'ai fait disparaître (soit avec du bromure de cuivre, soit avec de l'hyposulfite de soude) tout l'argent qu'il y avait sur une plaque développée à l'acide pyrogallique additionné de bicarbonate de soude, et j'avais encore une épreuve très intense. »

Le développement des plaques au collodion humide est bien plus rapide que celui des plaques

à la gélatine; cela tient à la contexture en quelque sorte réticulée du collodion qui se prête mieux à la pénétration du révélateur. En somme, en regard du collodion, la gélatine se présente comme un *retardateur physique;* c'est ce qui explique pourquoi il faut toujours ajouter au révélateur pour plaques au collodio-bromure du bromure de potassium, sans lequel les parties non impressionnées noirciraient, tandis que cette addition de bromure n'est pas utile, généralement du moins, au développement des plaques au gélatino-bromure.

Il découle de ce qui précède que le bromure peut être remplacé par une substance colloïde ou autre capable de retarder la diffusion du révélateur.

« Autrefois, dit Liesegang (*Phot. physik*), on se servait fréquemment d'albumine ou de bière, ce qui dispensait de l'emploi du bromure. Après avoir débarrassé, par des lavages, la couche de collodion sensibilisé de son excédent de nitrate d'argent, on la couvrait d'un mélange de bière et d'albumine; cette fine pellicule retardait l'action du révélateur et empêchait la formation du voile. »

Nous avons vu précédemment que, sur tous les halosels d'argent, aussi bien ceux qui donnent une image latente, que ceux qui donnent une image réelle, l'action de la lumière est exactement la même : elle produit d'abord une image latente.

Ainsi, lorsqu'on copie un négatif au châssis-

presse, sur un papier sensible, il se produit d'abord une image latente, puis l'image se matérialise peu à peu et l'image réelle apparaît et se renforce. Il résulte de ce phénomène qu'après un certain temps d'exposition à la lumière on doit pouvoir développer l'image positive, dans un révélateur approprié, comme on développe un négatif.

Liesegang a maintes fois recommandé ce procédé qui a pourtant de la peine à obtenir les faveurs du public.

« Si la pratique du traitement des papiers positifs par le développement ne s'est pas encore généralisée comme elle le mérite, dit-il, c'est à cause d'un insuccès qui est absolument d'ordre physique; il y a cependant un moyen d'éviter cet insuccès, et ce moyen est également physique.

Les révélateurs, quels qu'ils soient (acide gallique, hydroquinone, etc.), précipitent trop vite au fond de la cuvette de l'argent métallique; il est vrai qu'on peut très bien éviter cette instabilité en ajoutant de l'acide acétique à la solution, mais les épreuves deviennent beaucoup plus intenses au fixage. La solution d'abord employée est sans doute beaucoup plus stable que le révélateur actuel des plaques sèches, mais dès qu'on a commencé à faire agir ce révélateur, une partie du nitrate d'argent libre sort du papier et se diffuse dans le bain; l'argent se réduit en métal et produit alors un trouble

qui s'accentue de plus en plus; les petites particules d'argent croissent (mûrissent) peu à peu et descendent vers le fond de la cuvette; le liquide n'a sans doute pas perdu son pouvoir révélateur et le précipité se fait tout au plus au verso de l'épreuve, mais le photographe n'est plus habitué à un procédé aussi *malpropre*, depuis qu'il ne pratique plus la photographie au collodion humide; il renonce donc plutôt à tous les avantages des nouveaux procédés et continue à copier ses épreuves au châssis-presse, comme auparavant.

« Quelques recherches sur les phénomènes chimiques qui se produisent dans les gelées nous mettent à présent sur la voie des remèdes à cet accident : si l'on mêle à une solution de bromure de potassium une solution de nitrate d'argent, il se forme immédiatement du bromure d'argent qui se précipite en masses épaisses au fond du vase. Si l'on avait préalablement ajouté de la gélatine à l'une ou à l'autre de ces solutions, évidemment il se serait encore formé, de suite, du bromure d'argent, mais ce dernier ne se révélerait qu'en produisant d'abord un certain trouble. Les particules d'argent n'arriveraient que par une croissance progressive à former de grosses molécules complexes, sans qu'il se produisit de précipité proprement dit; c'est sur ce phénomène que repose la fabrication des plaques sèches.

« J'ai fait une expérience analogue avec de l'hyposulfite acidulé : deux flacons pareils avaient été remplis, à moitié, d'une solution d'hyposulfite de soude. Dans le premier flacon, j'avais ajouté une certaine quantité de gomme arabique et de colle de poisson, dans le deuxième, rien. J'avais ensuite versé dans les deux flacons une égale quantité d'acide nitrique. Au bout d'une demi-minute, un trouble notable, dû au soufre précipité, se produisit dans le deuxième flacon; ce trouble augmenta dans l'espace de quelques minutes, et le liquide de ce flacon devint complètement opaque.

« Dans l'autre flacon le trouble se produisit avec une lenteur excessive ; après une demi-heure, le liquide était resté presque aussi clair qu'auparavant. La colle de poisson n'avait ni ralenti l'action chimique, ni gêné en quoi que ce soit la réaction; elle avait seulement empêché l'agglomération des molécules de soufre.

« Un phénomène analogue se produit dans le mélange d'acétate de soude et d'acide gallique employé au développement des papiers positifs; si l'on ajoute à ce mélange un peu de colle de poisson, le liquide reste clair une demi-heure environ, malgré l'instillation d'une solution de nitrate d'argent; en l'absence de colle de poisson, le révélateur se trouble et devient noir.

« Ayant développé des épreuves aristotypiques

dans un tel révélateur (acide gallique, acétate de soude, colle de poisson), j'ai reconnu que le problème était résolu ; tandis qu'auparavant le bain se troublait et noircissait dès la première épreuve, il reste à présent tout à fait clair après la vingtième. Ce fait se produit également avec l'hydroquinone.

« Remarquons incidemment que, grâce à ce mélange de colle de poisson ou de gomme arabique, on peut obtenir un certain renforcement, en argent, du négatif. J'ai plongé un négatif terminé dans un mélange d'acide gallique, d'acétate de soude, de colle de poisson et de nitrate d'argent, et ma plaque s'est considérablement renforcée ; enfin, l'on n'est plus incommodé par la séparation de l'argent. » (*Phot. Ph.*)

A rapprocher de ce dernier paragraphe une curieuse expérience du *capitaine Abney*, dont on n'a pas encore réussi, paraît-il, à donner une explication acceptable.

On expose une plaque ordinaire, mais fort peu de temps à la chambre noire. Le sel d'argent impressionné est toujours le bromure d'argent. Après exposition, on verse sur une moitié de la plaque une émulsion au chloro-bromure d'argent, on laisse sécher, puis on procède au développement par le procédé alcalin ordinaire.

La partie de la couche restée à découvert ne donne qu'une image très faible et sans détails,

attendu que l'exposition a été trop courte, tandis que la partie qui a été recouverte par l'émulsion donne une image intense et pleine de détails.

On est amené à croire que ce renforcement provient de la solution d'argent de la couche incidente d'émulsion par l'ammoniaque du révélateur, mais la même chose a lieu si l'on emploie la potasse à la place de l'ammoniaque.

L'expérience offre encore plus d'intérêt, si l'on sépare avec soin la couche d'émulsion; on voit alors que c'est sur celle-ci que l'image vigoureuse est imprimée, tandis que sur la plaque l'intensité est égale d'un bout à l'autre; et cependant la couche d'émulsion n'avait pas été exposée à la lumière.

Je pense qu'on doit pouvoir expliquer le phénomène à l'aide de la théorie du développement physique.

Remarquons que Liesegang, en ajoutant de la colle de poisson à son révélateur, a empêché l'argent réduit de se perdre en se diffusant dans le liquide de la cuvette qu'il troublait; cet argent, qui n'a certes pas été perdu, n'a pu que se déposer sur les particules d'argent formant l'image, et les renforcer.

Dans l'expérience d'Abney, la pellicule sensible, coulée sur la plaque, fait corps avec cette dernière, augmentant purement et simplement l'épaisseur de

la couche, c'est-à-dire l'épaisseur de la membrane à travers laquelle va s'opérer, dans le bain, la diffusion des liquides par osmose.

Le révélateur atteint et réduit d'abord les particules impressionnées par la lumière, mais il dissout également du chlorure dans la pellicule supplémentaire et cet argent, attiré par les particules d'argent métallique, venues du bromure et formant l'image, vient se déposer à leur surface, produisant ainsi un relief supérieur très complet qui s'élèvera en sens inverse de l'autre, c'est-à-dire dans la pellicule de gélatino-chlorure. En résumé, l'épaisseur du relief obtenu dans ce cas est plus forte que celle du relief de l'image latente, phénomène qui doit se produire dans bien des cas, lors du développement des négatifs et dans certaines opérations de renforcement ; l'image métallique se continuerait ainsi, à travers des tranches profondes de la couche sensible que les rayons lumineux n'auraient pas atteintes.

Les avantages du développement des papiers positifs sont nombreux : ils permettent de diminuer la durée du tirage au châssis-presse et d'assurer, paraît-il, une grande stabilité aux épreuves. On n'a pas besoin de suivre les progrès du tirage en ouvrant à tout instant le châssis, il suffit de retirer l'épreuve lorsque l'image commence à apparaître, lorsqu'elle a atteint, par exemple, le quart de sa venue. On

obtient des tons qui ne sont réalisables qu'avec le procédé au pigment : noir verdâtre, rouge, olive, brun, etc... On peut donner une grande vigueur à l'épreuve, malgré un tirage très faible et obtenir une image très douce avec les négatifs les plus durs ; enfin, le procédé suivant, recommandé par *Liesegang*, mérite d'être pris en considération, parcequ'il permet d'obtenir des tons artistiques, même avec des négatifs trop faibles, sans avoir recours au développement au pyrogallol non additionné de sulfite.

« Je crois pouvoir préconiser un moyen exempt de tout inconvénient : c'est d'employer pour le développement physique de l'épreuve positive la méthode au pinceau, au lieu d'immerger les épreuves dans le bain.

« La supériorité du développement au pinceau peut s'expliquer ainsi : si, de deux bandes de papier sensible exposées pendant un temps également long sous un même négatif, on développe l'une en présence d'une proportion faible d'acide gallique, l'autre au moyen d'une proportion plus forte, la première donnera une image accusant plus de contrastes que que la seconde. L'image sera d'autant plus harmonieuse qu'on aura employé une plus forte proportion de bain. Au fixage, le ton de la première bande sera plus noir, celui de la seconde sera rouge brun. Si le négatif a été faible, on n'obtiendra plus, avec

la seconde bande, de ton convenable. Et comme la méthode au pinceau permet l'emploi d'un minimum de solution révélatrice, elle donnera facilement des images vigoureuses et de beaux tons artistiques. »

Voici la solution préconisée par Liesegang, pour le développement au pinceau.

A. Solution saturée d'acide gallique dans l'eau.

B.	Acétate de soude cristallisé...........	100 gr.
	Eau..................................	100 cc.

Pour l'usage on prend :

A. 75 centimètres cubes.
B. 5 centimètres cubes.

Pour le bain, il faut ajouter un peu de colle de poisson; voici la formule :

Acide gallique, solution concentrée......	20 cc.
Acétate de soude........................	1 gr.
Colle de poisson, solution...............	3 cc.
Eau....................................	25 cc.

On peut aussi révéler au pyrogallol, en solution aqueuse, fortement étendue (tons bruns et ombres d'un noir chaud) à l'hydroquinone (il faut ensuite virer), au paramido-phénol (tons bruns), au métol (tons verts ou bruns). Le sulfate de fer ne peut être utilisé.

CHAPITRE VII

Du fixage. — Du lavage ; lavage minimum. — Du séchage séchage ordinaire, à la chaleur (renforcement), à l'alcool. — Voile blanc. — Taches produites par l'eau. — Agrandissement et réduction de format.

Le fixage des clichés et des épreuves, c'est-à-dire l'élimination des sels d'argent non décomposés qui, restés sensibles à la lumière, pourraient nuire plus ou moins rapidement à la stabilité de l'image, n'offre rien de particulier au point de vue physique. La solution fixative agit, comme le révélateur, par diffusion, et la couche de gélatine remplit encore ici l'office de membrane.

Le liquide jaillit dans la couche, contourne les obstacles, atteint, partout où il les trouve, les sels d'argent, s'en charge et les diffuse dans la cuvette.

Pour que le fixage soit complet, il faut que tous les sels d'argent soient éliminés de la couche. On concevra de suite que ce résultat ne s'obtient qu'à deux conditions : 1° que le fixateur agisse un temps suffisant ; 2° qu'il soit assez concentré pour qu'il puisse dissoudre tous les sels non décomposés.

Son insuffisance laisse des sels d'argent dans la couche, mais son excès dissout de l'argent de l'image, l'affaiblit et peut arriver à la détruire complètement.

Un cliché est fixé lorsqu'il a perdu son apparence laiteuse, mais, dans cet état, il n'est pas encore devenu stable, puisqu'il est saturé d'une substance (cyanure, sulfocyanure, hyposulfite, etc.) capable d'altérer l'image.

Il faut donc éliminer le fixateur, opération qui se fait à l'aide de lavages successifs, donnant lieu à un nouveau phénomène de diffusion.

Le fixateur généralement employé est l'hyposulfite de soude.

L'hyposulfite de la couche, liquide plus dense, diffuse dans l'eau de la cuvette, liquide moins dense et, à cause de son poids, tend à gagner le fond du vase.

La rapidité de la diffusion, c'est-à-dire de l'élimination, dépend de la différence de densité existant entre le liquide enfermé dans la couche et l'eau de lavage, qui se charge peu à peu des produits diffusés. Il est donc préférable d'opérer le lavage à l'eau courante.

Si la plaque est mise à l'eau, la couche en dessus, l'hyposulfite ne peut s'échapper de la gélatine qu'en vertu de la capillarité ; au contraire, si l'on dispose la plaque la couche en dessous, l'hyposulfite tend

à s'en échapper en tombant. Il y a donc intérêt à disposer la plaque, la couche en dessous ou du moins verticalement. Si l'on conserve la plaque, la couche en dessus, il faut au moins s'astreindre à balancer la cuvette de temps en temps, afin d'empêcher l'hyposulfite éliminé de séjourner sur la plaque. où il a tendance à se déposer en vertu de sa pesanteur, et à former une couche qui retarde l'opération.

Nous avons vu qu'il est assez facile de saisir le moment où les sels d'argent sont éliminés de la couche par le fixage; il n'en est pas de même au lavage; aucun indice ne révèle, à l'œil, si l'hyposulfite est entièrement expulsé de la gélatine.

D'autre part, on ne peut, sans inconvénients, laisser les épreuves séjourner trop longtemps dans l'eau; enfin, dans la plupart des cas, il faut pourtant être certain de ce qu'elles n'ont pas conservé la moindre trace d'hyposulfite.

On a donc songé à rechercher expérimentalement combien de fois il faut changer l'eau de lavage, quand on ne dispose pas d'eau courante, pour obtenir une élimination aussi complète que possible.

MM. Haddon et Grundy ont fait à ce sujet une série d'expériences minutieuses et intéressantes que nous allons décrire sommairement.

On avait pris des carrés de papier sensibilisé à l'albumine. Ces carrés avaient tous la même surface. On les avait mis dans une cuvette et on avait changé

dix fois l'eau de cette cuvette, en retirant chaque fois un carré.

On réservait, après chaque bain, une certaine quantité d'eau destinée à l'analyse.

L'analyse se faisait à l'aide de trois réactifs :

Permanganate de potasse et *iodure d'amyle*, pour découvrir les traces d'hyposulfite ; *hydrogène sulfuré*, pour reconnaître les traces d'argent soluble.

Cette analyse se faisait au moyen de plusieurs éprouvettes longues de 15 centimètres et ayant toutes le même diamètre. Deux de ces éprouvettes furent remplies d'eau ordinaire ; dans l'une, on versa une goutte de permanganate de potasse ; en regardant une feuille de papier blanc placée derrière le tube, on reconnut que l'eau était légèrement colorée.

Dans l'autre éprouvette, on versa une goutte d'iodure d'amyle qui suffit à donner au liquide une coloration franchement bleue. Ces deux teintes servirent d'*étalons*.

On remplit alors des éprouvettes avec de l'eau de chaque bain ; le nombre de gouttes de permanganate de potasse et d'iodure d'amyle, nécessaires pour amener l'eau des éprouvettes aux teintes des tubes étalons, accusait donc rigoureusement la quantité d'hyposulfite restée dans l'eau et les progrès de son élimination par suite de lavages successifs.

Quant à l'hydrogène sulfuré, on l'ajoutait simplement à l'eau de lavage dans un tube éprouvette, on

l'y laissait quelque temps, et la couleur brune que prenait le liquide décelait la présence de l'argent.

On a remarqué ainsi qu'après le troisième lavage la quantité d'argent restait constante, les lavages suivants n'ayant plus aucun effet sur la réduction de cette quantité. Ce troisième lavage était le dernier dans lequel on constatait encore la présence de l'hyposulfite de soude, puisque les éprouvettes donnent ensuite des résultats négatifs. Cette coïncidence s'explique par ce fait que l'eau de lavage a pour objet de remplacer simplement l'hyposulfite, qui dissout l'argent, par l'eau pure qui n'en dissout pas; l'un et l'autre doivent donc être éliminés en même temps et ce résultat vérifie l'exactitude des opérations.

On avait employé, pour chaque lavage, autant de centimètres cubes d'eau qu'on devait laver de centimètres carrés de papier.

Il existe de soi-disant réactifs auxquels on attribue la vertu de convertir l'hyposulfite et l'argent, laissés dans la couche, en sulfites. Dans ce cas les sels d'argent solubles, combinés avec l'hyposulfite de soude, sont éliminés à la grande lumière, et lorsqu'une telle épreuve est exposée à l'action de l'humidité et du soufre, combinés dans l'astmosphère, elle jaunit davantage qui si l'on s'était servi simplement d'eau pour éliminer tous les sels solubles.

Mais on recommande de laver d'abord les épreuves dans trois ou quatre eaux, avant d'employer ces soi-disant destructeurs d'hyposulfite; or, nous venons de voir que ce nombre de lavages est suffisant par lui-même pour éliminer du papier tous les sels solubles.

A la suite des expériences ci-dessus, d'autres personnes firent à leur tour des recherches; parmi les plus intéressantes nous citerons celles de Gœdike.

Gœdicke a fait des analyses quantitatives, qui l'ont confirmé dans l'exactitude de l'hypothèse de la diffusion telle qu'on l'avait émise et dans celle que la pellicule de gélatine, outre l'action physique de l'osmose, exerce encore une action chimique.

Le résultat de ses investigations a démontré en outre, ce que nous avons énoncé tout à l'heure, que la rapidité de l'élimination de l'hyposulfite dépend de la différence qui existe entre la densité de la solution enfermée dans la pellicule et celle du liquide de la cuvette. Cette rapidité diminue donc en même temps que diminue la différence des densités et s'arrête au moment où cette différence est nulle. De là la nécessité, soit de renouveler l'eau, soit de se servir d'eau courante, ce qui est préférable.

Dès que l'eau est renouvelée, l'élimination reprend une certaine activité, inférieure toutefois à celle des débuts du lavage précédent, car l'hyposulfite resté dans la couche est de plus en plus dilué.

On pouvait se demander si la gélatine n'exerce

pas une action dissolvante sur la solution d'hyposulfite qui la traverse; en d'autres termes, si elle ne retient pas une certaine quantité du sel, tout en laissant passer l'eau ; les expériences de Gœdicke prouvent que la gélatine n'exerce aucune action de ce genre.

En ce qui regarde l'élimination proprement dite, Gœdicke a fait l'expérience suivante sur une plaque 13 × 18 :

Il a d'abord enlevé, par un lavage au robinet, l'hyposulfite qui se trouvait à la surface du cliché; il a ensuite mis la plaque à éprouver dans une cuvette, dans laquelle il a versé assez d'eau pour que la surface du liquide se trouve à quelques millimètres au-dessus de la surface de la plaque ; 100 centimètres cubes sont suffisants. Toutes les 5 minutes il a vidé l'eau de la cuvette pour la remplacer par de l'eau fraîche et il a répété six fois l'opération ; il a pris soin de balancer la cuvette à chaque lavage. La plaque s'est encore montrée complètement vierge d'hyposulfite, car elle s'est laissée renforcer au mercure sans qu'il lui arrivât aucun accident.

Après chaque lavage, Gœdicke a mesuré, par l'analyse, la quantité d'hyposulfite renfermée dans le bain rejeté. Il a trouvé ainsi que la première eau enlève environ 80 0/0 du sel ; la deuxième, 12 0/0 ; il y a donc chance pour que tout l'hyposulfite soit éliminé après le troisième lavage, comme l'ont

démontré MM. Haddon et Grundy. En tous cas, d'après Gœdicke, ils le sont sûrement après le sixième, et le lavage complet peut être terminé en une demi-heure.

On ne gagne rien à laisser la plaque séjourner dans la même eau pendant plus de 5 minutes, si la cuvette est balancée de temps en temps, ni à noyer la plaque dans une grande quantité d'eau.

Gœdicke a trouvé ensuite que les plaques passées à l'alun avant ou après le fixage sont beaucoup plus lentes à laver ; il a été obligé de renouveler l'eau au moins vingt fois pour obtenir l'élimination de tout l'hyposulfite.

Il faut donc éviter d'aluner les plaques avant le lavage ; si une plaque montre une tendance au *friling*, il vaut mieux employer, pour éviter cet accident, une solution saturée de sel de cuisine.

En tous cas, s'il est utile de savoir à quel point du lavage on peut avoir la certitude de l'élimination de tout l'hyposulfite, il n'y a pas de mal à prolonger ce lavage, qui ne saurait faire de tort au cliché s'il n'est pas absolument exagéré, si l'on n'oublie pas la plaque dans un bain *mort* ou dans une eau chargée de sels calcaires ou d'autres impuretés capables de lui nuire.

Généralement les clichés sont mis à sécher à l'air libre, dans un local aéré, calme, à l'abri des poussières.

La durée de la dessiccation varie suivant la marque des plaques; pour certaines il faut deux fois plus de temps que pour d'autres; plus la gélatine a gonflé, plus elle met de temps à sécher.

La température de l'atmosphère hâte ou retarde l'évaporation de l'eau retenue par la couche.

Souvent le séchage libre des négatifs est beaucoup plus lent qu'il ne devrait l'être; M. Pellet fait remarquer en effet (*Photo-Revue* du 15 septembre 1896), qu'on met généralement trop de plaques à la fois sur l'égouttoir. Il faut mettre seulement un cliché de deux en deux cases. Aux extrémités on peut en placer deux, verre contre verre, soit sept à huit clichés pour un égouttoir à douze plaques.

On conçoit, en effet, qu'entre deux plaques très voisines l'une de l'autre se trouve bientôt intercalé un matelas d'air humide qui retarde l'évaporation.

Le séchage libre a des inconvénients; il se produit parfois sur le cliché de grandes taches dont on ignore la cause, mais qui proviennent d'une durée de dessiccation trop prolongée.

Tout le temps du séchage, la couche de gélatine, ramollie, est plus exposée à être endommagée par les perturbations atmosphériques; les poussières, chassées par le vent, par un courant d'air, viennent s'y coller; on se demande alors si on n'aurait pas intérêt à abréger la durée de cette opération. Du

reste, il y a des cas où l'accélération du séchage s'impose absolument, en voyage par exemple, lorsqu'il faut emballer promptement des clichés qu'on vient de développer. Quel moyen employer? La chaleur ne convient pas ; le séchage au fourneau est dangereux, car la gélatine entre vite en fusion. *Liesegang* fait observer que, si toutefois cette fusion n'a pas lieu, l'image devient très grenue par suite de l'agglomération des particules d'argent; il en résulte un *renforcement* qu'on ne désirait pas.

« Si le négatif est déjà à moitié sec quand on l'approche du fourneau, la fusion de la couche n'est plus à craindre, mais il peut survenir un *voile blanc* entre la gélatine et la glace. On n'est pas bien fixé sur la cause de ce phénomène; peut-être est-il attribuable à un léger soulèvement de la couche de gélatine; si l'on plonge de nouveau la plaque dans l'eau, le voile disparaît; il faut alors sécher lentement, sans cette précaution le voile pourrait revenir facilement. On ne peut recommander l'emploi de la chaleur pour le séchage des négatifs, l'emploi de l'alcool est préférable. » (*Photo. Phy.*)

En vertu des phénomènes de diffusion, étant donnée la différence de densité entre l'alcool et l'eau, l'alcool se substitue rapidement à l'eau et s'évapore ensuite en quelques minutes; la plaque est alors sèche.

Au sortir du lavage, on égoutte le cliché, puis

on le plonge dans de l'alcool à 90°, ayant soin d'agiter la cuvette et de faire durer le trempage jusqu'à ce qu'on n'observe plus de *stries* à la surface ; on laisse sécher à l'air libre.

On peut hâter l'évaporation de l'alcool en soufflant sur la plaque jusqu'à disparition de toute trace de liquide à la surface.

Il ne faut jamais chauffer les plaques alcoolisées ni au fourneau, ni à la lampe, ni au soleil ; la chaleur peut amener le décollement partiel de la gélatine et par suite le voile blanc signalé tout à l'heure.

On peut encore se servir d'esprit de vin ou d'alcool dénaturé ; ce dernier est généralement coloré ; on le décolorera avec du noir animal, afin d'éviter la coloration de la couche.

Lorsqu'on se sert trop tôt d'un négatif séché à l'alcool, il arrive que la couche, qui semble tout à fait sèche, colle au papier sensible, dans le châssis-presse. Voici la raison de cet accident d'après *Liesegang*.

« L'alcool enlève d'abord l'eau qui se trouve à la partie supérieure de la gélatine ; si l'on passe à l'alcool des plaques qui étaient déjà sorties de l'eau depuis quelques minutes, ces dernières achèveront complètement de se sécher ; mais, si l'eau n'a été éliminée qu'à la partie supérieure de la couche, la partie inférieure restant encore humide, cette humidité traversera la couche et atteindra la copie. La

lenteur de l'élimination de l'eau dans les parties inférieures de la couche provient de ce que l'alcool durcit fortement la gélatine, se créant ainsi à lui-même un obstacle à sa pénétration dans les profondeurs de la couche.

« Il y a un moyen simple de s'assurer du degré auquel est parvenu le séchage du cliché : on cherche à tracer un trait, avec la pointe d'un crayon, sur le bord de la pellicule : s'il n'y a de sec que la partie supérieure de la couche, le crayon ne marquera pas, il écaillera facilement la gélatine ; on attendra alors et l'on renouvellera l'expérience jusqu'à ce que la retouche soit devenue possible. »

Si l'on plongeait dans l'alcool un négatif dans lequel le voile blanc a pris naissance, ce voile reparaîtrait facilement. Il faudrait alors mouiller la plaque dans l'eau et la laisser sécher librement, mais il pourrait alors survenir un autre accident signalé par Liesegang :

« La couche imprégnée d'alcool repousse l'eau, qui se rassemble en grosses gouttes, irrégulièrement distribuées sur toute la surface. Qu'on laisse sécher les plaques en cet état, les gouttes produiront, sur le négatif, des taches claires dues à ce que leur pression fait glisser sur leurs bords les fines particules d'argent de l'image qui se trouvaient dans leur masse. Lorsque ce phénomène se produit, il faut plonger les clichés dans l'eau et les

y tenir jusqu'à ce qu'ils en soient bien et également imbibés.

« Des taches peuvent aussi se produire, très facilement à la surface des films négatifs qu on fait sécher lentement, à la méthode ordinaire : comme ces films s'enroulent fortement, si l'on n'a pas eu soin de les ressuyer auparavant, l'eau se rassemble de préférence aux places les plus basses ; à ces places la couche sera plus claire et les parties claires seront bordées en plus foncé. Les gouttes de pluie qui tombent sur une plaque sèche peuvent produire à sa surface des taches analogues et l'on ne peut plus ensuite les faire disparaître. » (*Phot. Ph.*)

Avec certains papiers, les épreuves se rétrécissent en séchant ; le rétrécissement peut aller à 1 0/0.

Liesegang utilise la contraction des pelliculles au séchage pour obtenir la réduction mécanique des épreuves. Il plonge les épreuves dans l'eau chaude pour les retirer du papier support, puis il les sèche au fourneau. Ces pellicules sont d'abord tout froncées, mais, une fois bien sèches,elles sont redevenues tout à fait planes.

On réduit ainsi du 9 × 12 en 6 3/4 × 9.

Liesegang obtient également l'agrandissement d'un négatif en faisant gonfler et dilater dans l'eau la pellicule enlevée à son support et en reportant ensuite la couche, ainsi dilatée, sur un autre support.

CHAPITRE VIII

Relief des négatifs. — Relief superficiel, profond. — Expériences de Liesesang. — Relief des plaques minces, épaisses, exposées normalement, sous-exposées, surexposées, solarisées. — Théorie de Liesegang sur le renversement de l'image. — Relief des positifs.

Nous avons déjà esquissé la question du relief, à propos de la production de l'image latente (chapitre III), mais notre étude était alors, en apparence du moins, hypothétique, puisqu'elle traitait de l'invisible.

Le relief que nous allons examiner dans ce nouveau chapitre est matériel, visible; nous pouvons le contempler, le délimiter, mesurer ses profondeurs et ses aspérités, l'isoler même, en le sortant de son empâtement colloïde, en faire usage, en cet état, pour la reproduction en masse, à l'aide de presses, en employant les procédés ordinaires de l'imprimerie.

Le procédé au charbon est lui-même basé sur les propriétés du relief de l'image.

Si l'on incorpore à de la gélatine ou à de la

gomme une solution de bichromate de potasse, ces deux substances acquièrent la propriété de devenir insolubles dans toutes les parties touchées par la lumière.

Si l'on traite à l'eau chaude la gélatine, à l'eau froide la gomme, les parties non impressionnées se dissolvent et le relief devient apparent.

Certains clichés montrent également un certain relief à leur surface, après le développement. Ce relief dépend du reste du révélateur employé : le sulfate de fer et le pyrogallol donnent un relief, le dernier surtout; l'hydroquinone n'en donne pas.

Mais c'est le relief interne qui nous intéresse ici, car c'est lui qui fournit toutes les nuances du cliché et de l'épreuve. Or ce relief ne se manifeste pas, il a donc fallu le rechercher, l'extraire, pour ainsi dire, de la couche excessivement mince dans laquelle il s'est développé, l'examiner sous de forts grossissements, pour s'assurer de sa réalité; c'est ce qu'a fait Liesegang à l'aide d'une série d'expériences assez délicates qu'il décrit dans sa *Photographische physik*.

« Si l'on traite un cliché, dit Liesegang, par une faible solution acide de *persulfate d'ammonium*, l'argent métallique se dissout, et la gélatine qui entourait les particules d'argent devient plus soluble dans l'eau chaude que le reste de la couche ; on obtient donc un relief. Dans les parties les plus

denses, la gélatine est enlevée, parfois jusqu'à la glace ; dans les parties les moins denses, la partie supérieure de la gélatine est seule dissoute ; de ce fait découle évidemment le principe suivant : L'image d'argent est constituée, à l'intérieur de la gélatine, par un relief semblable à celui que produit la gélatine chromatée durcie, à l'intérieur d'une épreuve au charbon qui n'a pas encore été développée.

« Mais on peut obtenir le relief d'une autre manière qui rend cette théorie également admissible : si l'on développe une plaque impressionnée dans un mélange de pyrogallol et de carbonate de soude, ou dans une autre révélateur sans sulfite de soude, on remarque que là où l'argent est réduit il se forme aussi un dépôt d'un produit d'oxydation du pyrogallol. Ce dernier tanne la gélatine, et lorsqu'après fixage on traite la plaque à l'eau chaude, on obtient un relief semblable à celui des impressions au charbon. Cependant la valeur démonstrative de ces deux expériences, plutôt d'ordre chimique, pouvant être contestée, j'ai suivi d'autres procédés d'investigation. »

Liesegang s'est servi de plaques dont l'émulsion était deux fois et demie plus épaisse que celle des plaques habituelles. Il a impressionné ces plaques en variant de l'une à l'autre le temps de pose, il les a encore développées dans différents révélateurs et

enfin fixées. Il a alors pratiqué dans les couches de fines coupes transversales, puis il a examiné ces coupes au microscope.

Il a trouvé la confirmation de ce fait que, très souvent, il n'y avait d'argent réduit qu'à la surface, tandis que la gélatine sous-jacente était restée intacte. Dans des cas spéciaux, par exemple à la suite d'une longue exposition *côté dos*, il s'est trouvé que les noirs les plus intenses traversaient toute la couche.

Liesegang a ensuite improvisé un autre procédé d'examen ; à l'aide d'une lame de couteau, il a raclé la surface de la couche de manière à enlever une mince pellicule.

Il a renouvelé l'opération en enlevant davantage de la couche, et il a continué jusqu'à ce qu'il ne restât plus, en certains endroits du cliché, qu'une très mince pellicule,

Il a opéré sur des couches très minces et sur des couches épaisses. Il a trouvé qu'avec une exposition normale l'argent réduit allait, dans la couche mince, à peu près jusqu'au verre et qu'il n'allait pas plus loin dans la couche épaisse ; il en a conclu que, dans le cas d'une exposition normale, il est inutile de se servir d'une plaque à couche épaisse de gélatine bromurée.

Dans une deuxième expérience, il s'est encore servi d'une plaque mince et d'une plaque épaisse,

mais il a impressionné ces deux plaques par le dos. Le développement de la plaque à couche épaisse a été deux fois plus long que celui de l'autre plaque, fait produit, nous le savons déjà, par la lenteur de la pénétration du révélateur dans la gélatine, qui agit comme retardateur.

Dans les deux plaques, la réduction s'est faite jusqu'à la glace, mais il s'est formé sur toute la surface de la couche épaisse un voile uniforme d'argent réduit, provenant de ce que l'action du révélateur avait trop duré.

Liesegang a fait l'opération du raclage sur une plaque solarisée par suite d'une très longue exposition. Dès l'enlèvement d'une première pellicule, la plaque est redevenue transparente. La réduction n'avait donc eu lieu qu'à la surface, et il explique par l'action du révélateur le phénomène de l'inversion de l'image. »

« Le révélateur pénètre sans doute plus profondément dans les parties moins éclairées que dans les autres parties ; c'est à cette cause qu'il faudrait ramener le phénomène de l'inversion de l'image. »

En d'autres termes le relief se trouve incomplet dans les parties correspondant aux lumières du sujet (surexposé) et poussé dans celles qui correspondent aux ombres du même sujet (moins exposées) ; les blancs du sujet sont reproduits en blanc sur le cliché et les noirs en noir ; le cliché est

positif. Suivant Liesegang, la lumière n'aurait donc qu'une action très indirecte sur la production du renversement de l'image, ce phénomène serait dû presque exclusivement au rapide précipité métallique qui se forme sur les parties qui ont été touchées par une lumière plus intense, et proportionnellement à cette intensité, lequel précipité entrave et limite la pénétration du révélateur. Le renversement de l'image serait ainsi produit par le renversement du relief.

M. *Charles Gravier* fournit une autre explication: « En développant à lumière faible (une plaque surexposée), on impressionne et on développe en même temps ce qui n'a pas subi d'exposition. » (*Photo-Revue.*)

C'est-à-dire que les parties surexposées deviennent à la fois insensibles à la lumière et au révélateur, tandis que les parties moins exposées ont conservé leur sensibilité à la lumière et sont par suite développables. Comme ce sont les parties claires, elles viennent en foncé dans le révélateur, tandis que les autres restent claires, l'image est renversée.

Ce qu'il y a surtout à retenir ici, c'est qu'un cliché très surexposé peut se développer à la lumière diffuse.

A rapprocher de ce qui précède, la théorie que j'ai émise à la fin du chapitre IV.

Les expériences de Liesegang l'ont amené aux

conclusions suivantes en ce qui concerne le relief :

« *a*) *Courte exposition :* l'image n'occupe que la surface de la couche, car, dans les tranches plus profondes, elle n'a plus une intensité suffisante ;

Exposition normale : dans les lumières, la réduction va jusqu'à la glace ;

Surexposition : l'image n'est que superficielle.

b) Le caractère de l'image varie aux diverses profondeurs de la couche. Sur un négatif normal, l'image qui se trouve dans la partie de la couche la plus proche de la glace est plus riche en contrastes que celle de la surface.

c) Si deux plaques sèches, l'une d'épaisseur normale, l'autre extrêmement mince, ont reçu la même émulsion, la première donnera une image plus intense que l'autre. Si l'on étend sur une troisième plaque beaucoup plus d'émulsion et qu'on expose ensuite normalement, la profondeur de l'image n'augmentera guère davantage.

d) Les couches très épaisses ne sont avantageuses que pour photographier des sujets très riches en contrastes.

e) Il en est de même si l'on impressionne par le dos, en surexposant. Dans ce cas, l'effet est absolument le même qu'avec les plaques Sandell. Le révélateur peut pénétrer profondément sans produire le voile et les effets de la surexposition sont à peine sensibles.

f) La théorie du relief exige que les plaques exposées de face soient recouvertes d'une couche de gélatino-bromure d'autant plus mince que l'émulsion est plus sensible. Moins l'émulsion est sensible, plus le relief est marqué. Une émulsion non conduite à maturité donne une image plus riche en contrastes qu'une émulsion parfaitement mûrie.

Les plaques extra-rapides ne peuvent rester aussi longtemps que les autres dans le révélateur, parce qu'elles se couvriraient d'un *voile général;* comme le révélateur ne pénètre que très lentement dans l'épaisseur de la couche, il s'ensuit que les parties profondes d'une plaque extra-rapide, fortement émulsionnée, seraient complètement inutilisées.

g) En développant des plaques très minces avec un révélateur au pyrogallol, sans sulfite, j'ai obtenu des images vigoureuses. Ce phénomène provient de ce que le pyrogallol a doublé l'image d'argent en déposant à sa surface une matière colorante provenant de son oxydation » (*Photo. Phy.*)

Comme on devait s'y attendre, il existe dans les épreuves positives un relief analogue à celui que nous avons trouvé dans les négatifs. Les conclusions de Liesegang peuvent donc leur être appliquées en grande partie.

De plus, la profondeur de ce relief dépend évidemment de la profondeur du négatif copié et de

sa transparence. Les négatifs flous donnent des images superficielles qui se voilent quand on veut les pousser.

Le relief des images positives dépend en outre du temps d'exposition au châssis-presse. Si cette exposition est trop longue les parties claires s'assombrissent à leur tour, c'est-à-dire que le relief s'empâte. Les positifs se solarisent également par excès de surexposition et alors se produit le renversement de l'image.

Nous verrons plus loin (chapitres IX et X) que le relief du négatif a encore d'autres influences sur le positif, particulièrement en ce qui concerne la stabilité de ce dernier et sa couleur.

CHAPITRE IX

Du renforcement. — Renforcement des plaques sous-exposées, normalement exposées, surexposées. — Action du renforcateur sur le relief. — Plaques impressionnées par le dos. — Renforcement par le bichromate de potasse, par l'aldéhyde formique. — Renforcement au pinceau.

De l'affaiblissement des clichés. — Affaiblissement par la base du relief. — Affaiblissement par les sommets du relief. — Affaiblissement des clichés colorés. — Stabilité des épreuves positives et négatives.

Nous avons déjà dit quelques mots du renforcement à propos de l'image latente. Maintenant que nous avons passé en revue la plupart des opérations photographiques, nous sommes mieux préparés à étudier plus à fond cette question.

Lorsqu'une plaque a été normalement exposée, elle renferme, à l'état latent, tous les détails du sujet. Si donc, après le développement et le fixage, tous ces détails ne sont pas venus, c'est que l'action du révélateur n'a pas été assez prolongée, c'est que le liquide réducteur n'a pas pénétré jusqu'aux crêtes des moindres aspérités du relief latent, creusé pour

ainsi dire dans l'intérieur de la couche par les rayons lumineux, c'est qu'à l'extrémité du relief visible il était resté une zone de relief latent qu'a supprimée, du reste, le bain fixateur.

Lorsqu'une plaque est dans ce cas, elle peut être retouchée par le renforcement qui, dans une première opération (blanchiment), s'empare d'abord de l'argent métallique de l'image, pour le transformer en sel argentique et, dans une deuxième opération (noircissement), révèle et développe de nouveau et complètement cette image.

Lorsqu'une plaque a été sous-exposée, nous avons vu au chapitre précédent, à la suite des expériences de Liesegang, que l'image occupe seulement la partie superficielle de la couche et que, dans les tranches plus profondes, elle n'a plus une intensité suffisante.

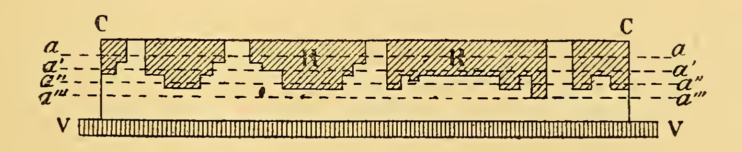
Mais les tranches plus profondes sont celles dans lesquelles se trouvent les parties du relief qui fournissent les détails; or, les détails qui ne sont pas venus sont ceux qui se trouvent dans les parties sombres du sujet, dans les parties claires du cliché.

Du moment que l'image latente existe, bien qu'à l'état d'ébauche, dans ces parties profondes du relief, il est évidemment possible de renforcer un tel cliché.

Mais, puisque les détails sont venus dans les parties sombres du cliché, ce sont les parties claires

qu'il faut renforcer et celles-là seules. Il faut donc arrêter le renforcement quand les parties claires du cliché ont blanchi, puisque l'opération ne doit porter que sur ces parties.

Le renforçateur, se diffusant d'une tranche à l'autre de la couche, en blanchit d'abord toute la surface ; il s'élève ensuite peu à peu dans cette couche, comme s'élèvent les eaux d'une inondation, couvrant peu à peu la surface des continents du relief, ne laissant plus voir que les presqu'îles qui



constituent les noirs du cliché, bientôt ne montrant plus que les archipels, puis des îlots de plus en plus réduits et de plus en plus rares, puis plus rien, lorsque toutes les aspérités du relief ont été noyées et blanchies à leur tour.

La figure ci-contre montre la marche théorique du renforçateur à travers la couche. *vv* est la coupe verticale du support ; *cc* est la coupe de la couche de gélatine. R représente un relief ; *aa*, *a'a'*, *a''a''*, *a'''a'''*, représentent la progression du liquide, couche par couche, jusqu'à ce qu'il ait noyé les assises successives du relief.

Lorsqu'il y a sous-exposition, il faut arrêter l'action du renforçateur avant que les archipels, qui constituent les grandes ombres du cliché, ne soient inondés. On voit ces derniers en regardant l'envers du cliché ; ils sont sous le renforçateur quand ils ont blanchi; tant qu'ils sont noirs, c'est qu'ils émergent.

Si la plaque avait été exposée par le dos, le relief tournerait ses aspérités du fond vers la surface extérieure de la couche. On peut s'en rendre compte en examinant la figure ci-dessus, après avoir supposé que le support *vv*, au lieu d'être au-dessous, se trouve au-dessus, suivant la ligne *cc*.

Le renforçateur atteindrait le relief en commençant par noyer les aspérités, c'est-à-dire les îlots, puis les presqu'îles, enfin les continents. Ce sont donc les détails dans les ombres qui seraient renforcés les premiers, puis les ombres elles-mêmes, et, en dernier lieu seulement, les demi-teintes et les lumières.

Le renforcement poursuivi dans ces conditions se fait rapidement dans les parties foncées du cliché, mais bien plus lentement dans les parties claires ; le renforçateur a donc beaucoup plus de peine à traverser la gélatine que l'argent réduit.

On voit par ce qui précède qu'on ne peut logiquement pousser le renforcement d'une plaque sous-exposée qui a été impressionnée par le dos; il est

vrai qu'elle n'en aura sans doute pas besoin, puisque le développement fera d'abord sortir les détails.

Il nous reste à examiner le cas de surexposition.

Nous avons dit plus haut que les clichés venus par surexposition avaient besoin d'être d'abord affaiblis. En effet, si le développement n'a pas été sagement conduit, il s'est formé à la surface de la couche une pellicule d'argent métallique, qui a enrayé la marche du développement et quelquefois arrêté complètement la pénétratiou du révélateur. L'image est grise, plate et superficielle.

Il faut évidemment commencer par enlever la pellicule d'argent superficielle, qui ne ferait qu'accentuer le voile en se renforçant elle-même; c'est le rôle du *faiblisseur*. Lorsque la pellicule est enlevée, on examine le cliché qui, très souvent, se montrera trop faible ; alors on le renforcera.

Les clichés impressionnés par le dos, présentant, comme nous venons de le voir, les pointes de leur relief à la surface de la gélatine, ce sont les pointes qui seront atteintes les premières par le révélateur, puis les parties plus denses, les îles, les archipels, les presqu'îles, etc., si bien que si, l'on arrête l'action du bain avant que le liquide n'ait pénétré jusqu'à la glace, on n'aura pas de voile et cependant tous les détails seront venus; le renforçateur sera donc inutile; c'est là un avantage sérieux de l'exposition par le dos de la plaque.

Le renforçateur le plus communément employé, celui qui est de l'usage le plus simple et le plus pratique, c'est celui au bichlorure de mercure et à l'ammoniaque.

Lorsque l'argent de l'image a blanchi sous l'action du bichlorure de mercure, il se forme du chlorure d'argent et du chlorure de mercure, l'un et l'autre insolubles.

Le chlorure de mercure est superposé au chlorure d'argent, il forme le prolongement du relief.

L'ammoniaque donne naissance à de l'argent métallique et à du mercure métallique superposés, naturellement.

D'autres substances que le bichlorure de mercure et l'ammoniaque sont également propres à renforcer les clichés, nous n'avons pas à nous en occuper, puisque notre but est d'envisager surtout l'action dynamique des diverses opérations.

Rappelons qu'on peut encore renforcer un cliché par l'action de la chaleur, qui grossit le grain par suite de l'agglomération des particules d'argent.

Rappelons encore que Liesegang a obtenu un renforcement à l'aide de colle de poisson et de gomme arabique, renfermant du nitrate d'argent, de l'acide gallique et de l'acétate de soude.

Rappelons également l'expérience du capitaine Abney avec une pellicule de gélatino-chlorure d'argent.

M. Fortin indique un procédé tout à fait différent, comme principe, en apparence du moins, des procédés courants.

« Le cliché à renforcer est mis pendant 6 à 8 minutes dans un bain de bichromate de potasse à 3 0/0; on égoutte et on laisse sécher à l'obscurité. Après séchage, on place la couche sur un fond noir (drap ou papier) et on expose le cliché à la lumière pendant un temps qui varie avec son intensité, en prenant, comme point de départ, une exposition de quelques minutes au soleil.

« Les clairs s'insolubilisent totalement, et les demi-teintes plus ou moins, selon leur densité relative.

« On lave le négatif pour en enlever l'excès de bichromate, puis on le plonge pendant quelques minutes dans une solution de jaune ou de rouge d'aniline, d'autant plus chargée qu'il s'agit d'augmenter davantage les oppositions de l'image. On rince rapidement, et l'on met à sécher. » (*Photo-Revue.*)

L'aldéhyde formique, en contractant la pellicule, produit un véritable renforcement, par suite de l'augmentation de la densité des molécules d'argent, qui se trouvent resserrées dans un espace plus étroit. De plus, ce renforcement est en quelque sorte *ad libitum*, car il suffit de plonger dans l'eau froide la pellicule rétrécie, pour la voir bientôt

abandonner son support et reprendre ses dimensions en s'affaiblissant.

Il arrive fréquemment que certaines parties du cliché ont seules besoin d'être retouchées; on peut procéder en ce cas de la façon que nous avons indiquée (chap. VI) pour le développement des positifs : la couche de gélatine ayant été préalablement ramollie dans l'eau, on retouche les parties à renforcer, soit au pinceau, soit au tampon d'ouate. On se sert d'une solution concentrée de bichlorure de mercure. On achève l'opération en noircissant le cliché à la façon habituelle ; on peut employer l'ammoniaque très diluée.

Un cliché peut manquer de transparence ou bien offrir de trop grands contrastes entre les lumières et les ombres ; il manque de transparence :

1° Lorsqu'il est voilé à la surface par une mince pellicule d'argent métallique provenant nous l'avons vu, d'un excès de pose ;

2° Lorsque l'argent réduit occupe une trop grande épaisseur de la couche par suite d'un développement trop poussé.

3° Il offre de trop grands contrastes lorsque, n'ayant pas assez posé, son développement a été trop poussé.

Dans ces trois cas, il y a un excès d'argent réduit à éliminer, le résultat de cette élimination est un affaiblissement de l'épaisseur du relief, permet-

tant de ramener le cliché aux conditions voulues pour la production de bonnes épreuves.

De même que dans l'opération du renforcement, on ferait fausse route si l'on appliquait la même méthode d'affaiblissement à ces trois cas.

Dans le premier cas, il faut enlever le voile qui masque l'image et supprime les détails. Il suffit de dissoudre la mince pellicule d'argent qui forme ce voile ; un bain de ferricyanure de potassium et de bisulfite de soude donnera ce résultat.

Dans le second cas, il faut vaincre l'opacité de la plaque ; il faut donc réduire, couche par couche, l'épaisseur de l'argent réduit, jusqu'à ce qu'on ait obtenu une bonne transparence. L'action de l'eau iodée, suivie, après lavage, d'une immersion dans une solution d'hyposulfite de soude, opérera cette réduction ; on peut encore employer le ferricyanure de potassium.

Dans le troisième cas, il faut atténuer les contrastes. Or nous savons, par la théorie du relief, que, si nous retranchons de l'argent à la surface supérieure de la couche, nous augmenterons au contraire ces contrastes.

On ne peut donc employer, dans le troisième cas, les procédés qui servent dans les deux autres. La seule ressource qu'on ait consiste à convertir tout l'argent métallique en sel argentique, en chlorure d'argent, par exemple, et à développer de nouveau.

M. Eder emploie le bain suivant :

Eau..........	100
Bichromate de potasse	1
Acide chlorhydrique	1

On laisse blanchir complètement l'image dans ce bain, on la lave, enfin on la développe à l'oxalate de fer et, cette fois, on arrête le développement au point convenable.

Remarquons que cette opération revient à diminuer l'épaisseur du relief par en bas, par ces îles, archipels, etc., qui créent précisément les contrastes dans les clichés par trop posés.

MM. Lumière (*Photo-Revue*) préconisent l'emploie du persulfate d'ammoniaque qui, suivant eux, permet la production directe du phénomène.

« Les affaiblisseurs jusqu'ici employés agissent à partir de la surface, atténuent fortement les faibles impressions, tandis qu'il faudrait au contraire les respecter.

« Nous avons constaté que le persulfate d'ammoniaque, en solution aqueuse, jouit de la propriété d'affaiblir les clichés en agissant de préférence sur les parties les plus opaques, tout en conservant les demi-teintes des ombres qui, par les méthodes en usage, disparaissent les premières.

« Ce résultat *a priori* paradoxal peut s'expliquer, si l'on admet que le nouvel agent exerce son action

depuis le fond de la couche jusqu'à la surface, c'est-à-dire en sens inverse des substances jusqu'ici utilisées.

« Cette hypothèse pourrait être développée de la façon suivante : le persulfate d'ammoniaque est, comme on sait, un oxydant énergique. Sous l'influence de l'argent du cliché ; il doit probablement donner un sel neutre double d'argent et d'ammoniaque qui est soluble dans l'eau ; la solution, après avoir agi sur l'argent, précipite du reste par l'acide chlorhydrique ou le chlorure.

« Bien que doué de propriétés oxydantes énergiques, le persulfate d'ammoniaque, de même que l'eau oxygénée, est susceptible de donner lieu à des réactions réductrices Ainsi, ajouté à une solution de nitrate d'argent, il réduit rapidement l'argent à l'état métallique, en même temps qu'il se produit un abondant dégagement d'oxygène.

« Grâce à cette dernière réaction, il nous sera possible d'expliquer, d'une façon rationnelle, le mode d'action curieux du persulfate d'ammoniaque sur les couches de gélatine renfermant l'argent de l'image.

« Quand on plonge le cliché dans la solution de persulfate, celle-ci pénètre rapidement dans l'intérieur de la couche de gélatine et se trouve au contact de l'argent. Il se forme une petite quantité du sel double argentique qui se diffuse dans l'excès de solution de persulfate d'ammoniaque dans laquelle

baigne la plaque. Celle-ci, en présence du sel soluble d'argent formé, tend à donner de l'argent réduit. Mais cette réaction inverse se produit surtout extérieurement à la couche de gélatine, puisque c'est là que se trouve l'excès de persulfate nécessaire à la réduction, et doit aller s'atténuant depuis la surface jusqu'au fond de la couche. C'est vraisemblablement cette réaction inverse qui tend à ralentir, extérieurement surtout, la dissolution de l'argent dans le persulfate d'ammoniaque. C'est pourquoi il n'est pas possible, avec ce réactif, d'atténuer, même faiblement, les voiles de surexposition qui, on le sait, sont constitués par l'argent réduit, exclusivement à la surface de la couche de gélatine. »

Et, comme conclusion, MM. Lumière font remarquer qu'il deviendra possible, par l'emploi du persulfate d'ammoniaque, de tirer parti, le plus complètement possible, des clichés manquant de pose, en poussant le développement à fond, sans se préoccuper de la dureté de l'épreuve obtenue, de façon à faire venir le maximum de détails, puis on laissera le cliché dans la solution de persulfate d'ammoniaque, en arrêtant l'action au moment convenable. On pourra enfin corriger les effets d'un développement trop poussé, dans le cas d'une exposition normale.

On peut encore procéder, comme pour le développement et pour le renforcement, à l'affaiblissement

local du cliché, soit au pinceau, soit au tampon d'ouate. Nous ne ferons que signaler ce genre d'opération.

Il se présente un quatrième cas, nécessitant aussi l'affaiblissement du cliché : c'est lorsque l'acide pyrogallique a coloré ce dernier de manière à lui enlever sa transparence ; cette coloration s'enlève dans l'acide chlorhydrique très étendu ou dans l'eau iodée.

Si nous avons tiré une épreuve d'un bon cliché, au bout d'un certain nombre d'années nous nous apercevons de ce que le cliché s'est très bien conservé, tandis que l'épreuve a passé. Liesegang attribue ce phénomène à une action physique et il en donne les raisons suivantes :

« L'argent métallique est infiniment plus divisé dans les épreuves positives que dans les clichés ; dans ces conditions, l'argent n'y est plus, à vrai dire, un métal noble. Tous les métaux nous offrent, du reste, en même temps que la même divisibilité, la même altérabilité ; l'aluminium pulvérisé est très inflammable, il en est de même du fer. Ce phénomène ne peut se produire avec des morceaux compacts des mêmes métaux ; quand on les chauffe, ils s'oxydent à la surface, mais la légère couche d'oxyde qui les recouvre ainsi protège désormais la masse contre l'oxydation ; qu'on les réduise ensuite en poudre fine, l'oxydation gagnera bientôt toute la masse. » (*Phot. Phys.*)

Ainsi, suivant Liesegang, la grosseur du grain de l'image est une garantie de conservation du cliché ou de l'épreuve ; or, nous avons vu que le développement a la propriété de grossir le grain, il s'ensuit donc que les épreuves positives gagneraient en stabilité si, au lieu de les soumettre au noircissement direct, on les soumettait au développement.

Nous avons déjà énoncé ce fait, que la stabilité des épreuves positives dépend du négatif.

En effet, un vigoureux négatif imprimera des épreuves à relief profond. Ces épreuves seront beaucoup plus stables que les épreuves superficielles imprimées par un négatif faible et sans vigueur, parce que les altérations, qui proviennent surtout des influences atmosphériques, par exemple, du soufre répandu dans l'air, se produiront d'abord à la surface.

Nous ne parlons pas ici des causes accidentelles d'altération, ni de celles provenant du peu de soin apporté aux manipulations des clichés et des épreuves. Nous étudions ici les phénomènes physiques, avec les avantages ou les inconvénients qui en découlent. Nous arrêter aux accidents isolés serait manquer à notre programme, ou plutôt le compliquer inutilement.

Nous aurons encore à parler de la stabilité des épreuves en étudiant la question du *virage*.

CHAPITRE X

Théorie du virage. — Influence du virage sur la couleur et sur la stabilité de l'image. — Dorure du grain d'argent. — Virage et fixage séparés, combinés.—Virage inégal.

Virer, c'est *dorer* les particules d'argent métallique de l'épreuve.

Cette opération se fait par substitution, dans un bain spécial, d'une certaine quantité d'or à une certaine quantité d'argent. D'après *Liesegang*, le rapport de l'or à l'argent substitué est ordinairement de 1/3; après 30 secondes, il monte à 3/1 dans le papier albuminé.

On prétend que le virage donne aux épreuves plus de durée, l'or étant plus stable que l'argent.

Il leur donne surtout des couleurs et des tonalités variées et agréables à l'œil, voici comment :

Sous une très faible épaisseur, l'argent divisé est *rouge;* dans les mêmes conditions, l'or est *bleu.* Ces deux métaux sont, en outre, doués, en l'état où nous les étudions, d'une transparence qui diminue à mesure que leur épaisseur augmente. Grâce à

cette transparence, le rouge de l'argent se voit sous le bleu de l'or; ce rouge se voit d'autant mieux que la couche d'or est plus mince. Rouge et bleu se marient, se fondent pour former la tonalité de l'image, tonalité qui varie à mesure que le virage avance, c'est-à-dire à mesure que la couche d'or s'épaissit et masque la molécule d'argent.

Avant le virage, l'image est rouge brique, parce qu'elle n'est formée que d'argent finement divisé. Mise au bain d'or, elle vire; à la surface de chaque grain d'argent un peu d'argent se déplace en même temps que de l'or s'y dépose. L'argent déplacé est converti en chlorure. Le premier dépôt étant excessivement mince modifie très peu la couleur de l'épreuve; à mesure que la couche d'or s'épaissit, la tonalité change pour passer par toute la gamme des nuances allant du rouge brique au violet, puis du violet au bleu. Cette dernière couleur est atteinte quand le virage a atteint sa dernière limite, c'est-à-dire quand tout l'argent métallique des fines molécules a été remplacé par de l'or, ou bien quand l'épaisseur de ce dernier métal lui a donné une telle opacité qu'on ne peut plus soupçonner la présence de l'argent qui est resté en dessous.

Généralement, on ne conduit pas le virage à cette extrémité, il reste toujours de l'argent apparent sous l'or déposé.

Les chlorures sont dissous au fixage. L'image est

uniquement formée de deux couches d'or et d'argent superposées, dont les molécules sont emprisonnées dans la substance colloïde (albumine, collodion, gélatine) étendue sur papier, sur verre ou sur pellicule.

Liesegang a étudié attentivement le phénomène du virage et il l'a exposé dans sa *Photographische Physik* avec une grande clarté.

« Si l'on fait agir la lumière de la manière habituelle, c'est-à-dire d'un seul côté de la couche sensible, la molécule complexe de chlorure d'argent ne sera réduit en argent métallique (ou en sous-chlorure si l'on s'en rapporte à l'autre théorie) que d'un seul côté, celui qui a été présenté à la lumière.

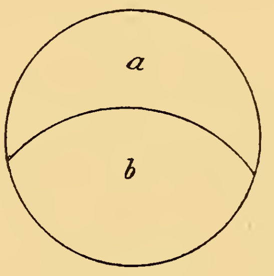


Fig. 2.

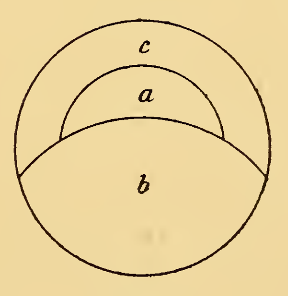


Fig. 3.

« La figure 2, ci-contre, nous représente cette molécule complexe. Le côté *a*, qui a subi l'action de la lumière est de l'argent métallique ; tandis que le côté opposé *b* est du chlorure d'argent. Nous ne sommes donc pas en présence de corps simples. Ce fait est important à retenir dans le phénomène du virage.

« La molécule complexe (Ag-AgCl) donne un *élément galvanique*. De ce que la solution d'or ne

peut venir directement en contact avec l'argent métallique que d'un seul côté résulte la structure de l'image virée, laquelle est représentée figure 3. *b* est le chlorure d'argent non décomposé ; *c* est l'or métallique ; *a* l'argent métallique auquel l'or n'a pas été substitué. »

Comme l'ont démontré Davanne et Girard (1883) dans les circonstances ordinaires, la substitution de l'argent à l'or n'est jamais complète.

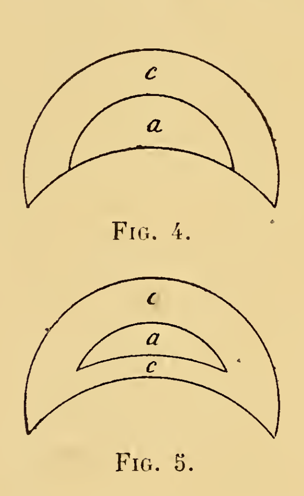


Fig. 4.

Fig. 5.

« Le virage pénètre aussi peu dans la masse qu'il pénétrerait dans une plaque d'argent métallique qu'on aurait plongée dans une solution d'or. Après fixage, il ne reste plus (*fig.* 4) que de l'or *c* e de l'argent *a* à la partie inférieure.

« Les résultats sont tout différents, si la solution d'or est employée après élimination du chlorure d'or non décomposé, car le virage agit tout autour de l'argent métallique, qui se trouve finalement enveloppé par l'or métallique. C'est ce qui arrive quand on emploie un *bain combiné fixo-vireur*, ou bien lorsqu'on a préalablement fixé l'image au *sulfocyanure* ; il en est de même si l'on vire au *platine* ou avec tout autre métal noble, ou si l'on fait usage

du soufre, soit accidentellement, soit à dessein.

« La figure 5 représente le noyau d'argent complètement enveloppé d'une couche uniforme d'or métallique, ou de platine, de sulfure d'argent, etc. Ce noyau est donc complètement protégé contre les influences extérieures.

« Dans la figure 4, au contraire, l'argent est libre.

« L'argent de la figure 5 n'a plus qu'une fonction optique, c'est-à-dire qu'il ne fait plus que modifier la tonalité de l'épreuve, il est complètement insensible aux actions chimiques; dans la figure 4, la molécule complexe, complètement noyée dans la substance agrégante, est un véritable *élément galvanique.*

« Or il faut bien admettre qu'un tel élément doit être plus sensible aux influences chimiques que celui de la figure 5 qui a l'apparence extérieure d'un seul métal. »

Ainsi Liesegang se prononce-t-il nettement pour l'usage du bain *fixo-vireur*, auquel il attribue, comme on voit, des propriétés éminemment favorables à la *stabilité* des épreuves.

Cependant, beaucoup d'auteurs ont conseillé, ou conseillent encore, de rejeter ce bain, auquel ils font de sérieux reproches : jaunissement des blancs, doubles virages, taches, etc.

Si l'on traite par le *sulfhydrate d'ammoniaque*

des papiers au gélatino-bromure qui ont été passés pendant quinze minutes au bain combiné, puis lavés soigneusement, on constate qu'il se produit une teinte bleue qui n'est pas la même pour tous les papiers. Cette expérience prouve que l'argent restant n'est pas entièrement enveloppé par l'or, en d'autres termes, que le virage s'est fait plus rapidement que le fixage, ou plus exactement que l'or du bain était épuisé avant que le fixage ne soit achevé. Il peut arriver, en effet, que le bain combiné ne contienne plus d'or du tout et continue néanmoins à produire une *sulfuration* que l'on prend pour un virage et qui occasionne la perte de l'image. Il peut arriver également que ce soit l'hyposulfite ou le sulfocyanure qui vienne à faire défaut, de sorte qu'il reste dans l'épreuve des sels d'argent non dissous qui la rendent instable.

M.Backeland a soumis des épreuves virées de différentes manières à des émanations d'hydrogène sulfuré. Il a reconnu que les épreuves virées au *bain combiné*, quelqu'il soit, disparaissent avant celles qui sont traitées dans des bains séparés.

Dans une lettre adressée à *Photo-Revue* (15 septembre 1897), M. *L. Marandy* propose de remplacer le sulfocyanure par de la *glycérine* : il introduit dans le bain 150 grammes d'hyposulfite de soude. Il évite ainsi le jaunissement des blancs et obtient une meilleure conservation des épreuves ; les

demi-teintes ne sont pas rongées, le lavage se fait mieux, enfin le bain se conserve très longtemps sans se sulfurer.

M. Mercier a proposé le virage des épreuves après fixage, voici sa formule :

Eau	1.000 gr.
Sulfocyanure d'ammonium	30 gr.
Chlorure d'or	$0^{gr},30$
Potasse caustique	$0^{gr},30$

Il est évident que ce procédé, qui élimine d'abord le chlorure d'argent non décomposé, permet l'enveloppement complet, par l'or déposé, des grains d'argent métallique, dans les conditions de la figure 5 de Liesegang.

Liesegang s'est du reste préoccupé, lui aussi, des insuccès du *bain combiné*, il s'exprime ainsi :

« Si des épreuves, traitées au bain fixo-vireur, se sont montrées beaucoup moins stables que d'autres qu'on avait virées et fixées séparément, cela tenait évidemment à ce que la quantité de virage au soufre qui avait agi sur elles les altérait plus que la couche d'or ne les protégeait. Aussi dois-je recommander d'une façon toute spéciale l'emploi d'un bain d'or très chargé en sulfocyanure ; dans un bain de cette nature, il se produit (comme dans le fixo-vireur) une solution de chlorure d'argent. On ne doit pas ajouter au bain d'or beaucoup de sulfo-

cyanure d'ammonium, parce que ce sel attaque la colle et la gélatine, en revanche, le *sulfocyanure d'aluminium* lui convient parfaitement, car, non seulement il n'attaque ni la colle, ni la gélatine, mais il les tanne fortement. »

Il arrive que les *épreuves au collodio-chlorure* virent inégalement ou ne virent plus du tout ; cet accident provient de ce que le collodion a passé, en tout ou en partie à l'*état corné*, c'est-à-dire que ses pores se sont complètement fermés, ont emprisonné les grains d'argent, et ont rendu la couche imperméable. Un mélange par parties égales d'eau et d'alcool méthylique rend, paraît-il, au collodion sa perméabilité première.

Sur d'autres papiers il peut se former, pendant le virage, une mince *pellicule de chlorure d'argent ;* cette pellicule rend également le virage inégal. Comme elle se produit lorsque les épreuves n'ont pas été débarrassées par le lavage de leur excès de nitrate d'argent, on voit qu'on évite l'accident en lavant suffisamment les épreuves.

Le même accident se produit quand on vire au sulfocyanure d'ammonium, il peut se former une *pellicule de sulfocyanure d'argent.* En lavant les épreuves avant de les virer et en ajoutant au bain du sulfocyanure, on évite le dépôt.

CHAPITRE XI

Théorie des couleurs. — Lumière blanche, colorée, complémentaire. Couleur des objets. — Lumière réfléchie, anéantie, transmise. Dépendance de la couleur. Changements de coloration. Influence de l'état moléculaire, du grain. Pourquoi les clichés et les épreuves sont monochromes. — Couleurs latentes dans le cliché ou dans l'épreuve. Projection en couleurs d'une épreuve monochrome. Production directe des couleurs (*Méthode Lippmann*). — Production des couleurs par le réseau de diffraction. — Procédé indirect de Ducos du Hauron. — Procédé en deux couleurs, vision du jaune bien qu'absent ; explication du phénomène.

La lumière blanche est la somme de tous les rayons de longueurs d'ondes différentes. Chacun de ces rayons nous donne la sensation d'une couleur, qui est une nuance dans l'une des couleurs principales du spectre.

Les ondes les plus longues appartiennent au rouge, les plus courtes au violet.

Mais une couleur bien définie se compose d'une infinie variété de rayons de longueurs d'ondes différentes, supprimons un nombre défini de ces rayons, et nous varions, soit la couleur, soit la nuance de cette couleur.

Prenons tous les rayons qui composent la lumière blanche, séparons-les en deux faisceaux, laissons arriver à notre œil les rayons de l'un des faisceaux, nous aurons la sensation d'une couleur. Remplaçons le premier faisceau par le second, nous aurons la sensation d'une autre couleur.

On appelle ces couleurs *complémentaires*, parce que leur réunion, la somme des faisceaux qui donnent la sensation de chacune d'elles, fournit de la couleur blanche, ou plutôt de la lumière blanche.

Il peut se faire, pourtant, que chacun des faisceaux soit capable de nous donner séparément la sensation de la couleur blanche, c'est quand le partage en deux faisceaux est tel que chacun d'eux contient tous les rayons dont la somme produit la sensation de la lumière blanche,

Prenons un objet quelconque, dirigeons sur lui un faisceau de lumière blanche, s'il réfléchit tous les rayons de ce faisceau, il donnera à notre œil l'impression de la lumière blanche, et nous dirons de cet objet qu'il est blanc ou incolore. Mais si l'objet ne réfléchit qu'une partie des rayons il donnera l'impression d'une certaine couleur, et nous dirons de cet objet qu'il est coloré.

S'il intercepte tous les rayons, nous dirons qu'il est noir, s'il intercepte une partie des rayons, mais de telle sorte que le faisceau qu'il réfléchit com-

prenne l'ensemble des longueurs d'ondes capables de produire la sensation du blanc, il réfléchira plus ou moins de couleur blanche, il sera alors plus ou moins gris, plus ou moins approchant du noir, ou du blanc. C'est le cas, par exemple, du cliché ou de l'épreuve photographique, nous en reparlerons tout à l'heure.

Aucun corps n'intercepte complètement tous les rayons d'un certain nombre de couleurs, aussi renvoie-t-il toujours plus ou moins de couleur blanche; il résulte de ce phénomène que la couleur qui appartient en propre à un corps, étant toujours mélée de lumière blanche, n'atteint jamais la pureté de la couleur correspondante du spectre.

Ainsi, la lumière colorée réfléchie par les corps contient presque toujours une quantité plus ou moins grande de couleur blanche, c'est ce qui fait la pâleur ou la vigueur de sa couleur. Un accroissement exagéré de la lumière blanche produit une diminution dans l'intensité de la teinte, et inversement. Ce phénomène explique les oppositions, les nuances et les dégradés que l'on a constamment sous les yeux, en contemplant un paysage, un objet quelconque, un cliché ou une épreuve photographique.

Les corps n'ont donc pas de couleur, ses nuances, ses demi-teintes, ses dégradés, dépendent des rayons qu'ils réfléchissent, qui sont le complément de ceux

qu'ils annulent, ou qui se brisent à leur surface en se transformant en une autre force encore imprécisée, mais dont on peut soupçonner le travail. Je pense toutefois qu'on peut expliquer ce travail.

Lorsque la constitution moléculaire et intra-moléculaire, c'est-à-dire atomique, d'un corps est réglée suivant certain arrangement, les molécules et les atomes de ce corps ne peuvent vibrer que d'une certaine manière sous le choc des agents extérieurs, en particulier sous celui de la lumière.

Lorsque ce corps est rencontré par de la lumière blanche ou colorée, les rayons dont les vibrations s'harmonisent avec les siennes sont capables de pénétrer à une petite distance de sa surface; ces rayons sont ensuite réfléchis.

Quant aux autres rayons, s'ils sont bien capables de faire vibrer le corps dans une certaine mesure et de la manière qui lui est propre, leurs efforts viennent se briser sur une surface dont l'arrangement moléculaire ne leur permet pas la pénétration. Pourtant ces efforts des rayons non réfléchis tendent à déranger les molécules et les atomes, à créer un groupement nouveau dont les vibrations soient synchrones des leurs.

Lentement ou rapidement ce travail se poursuit; à mesure que le groupement moléculaire se déplace, le mode vibratoire se modifie; certains rayons primitivement réfléchis ne le sont plus, tandis que

d'autres, qui ont accompli leur œuvre, le sont à leur place. Le corps change alors de nuance, et peu à peu, de nuance en nuance, change de couleur.

Quelquefois ce changement s'opère instantanément.

Lorsqu'un cliché est impressionné, lorsqu'une épreuve est imprimée, leurs images prennent simplement la couleur du précipité métallique, plus ou moins pur, qui les forment. Ils sont donc monochromes, avec les différences de tons et de dégradés dont j'ai parlé plus haut, dus au plus ou moins de lumière blanche et de lumière monochrome réfléchies. Leur couleur est généralement gris d'argent dans le cliché, rouge pourpre dans l'épreuve.

L'arrangement de leurs molécules ne leur permet pas de réfléchir les couleurs du sujet, mais j'estime qu'on peut admettre que cet arrangement est au moins ébauché, qu'il existe à l'état latent, comme l'image elle-même avant le développement.

En général, certains corps n'éprouvent pas de changement de coloration apparent : on dit qu'ils ne sont pas sensibles à la lumière. D'autres n'éprouvent ces changements que très lentement : on les dit peu sensibles.

D'autres les éprouvent très vite et se transforment en changeant à la fois de couleur et de propriétés c'est le cas des sels haloïdes d'argent.

Prenons, comme exemple, le bromure d'argent

émulsionné dans la gélatine; sous l'influence du temps, ou de la chaleur, l'émulsion mûrit. Qu'est-ce que c'est que cette maturation? C'est la transformation moléculaire; c'est le grossissement progressif des molécules de bromure d'argent par suite de leur agglomération.

A mesure que se produit cette transformation, l'émulsion modifie sa manière de recevoir les rayons lumineux; elle en réfléchit qu'elle annulait auparavant, elle en annule qu'elle réfléchissait et, changeant peu à peu de nuance, elle passe du blanc légèrement jaunâtre au vert jaune et même au gris bleu, par toute la série des nuances intermédiaires, chaque nuance correspondant à des degrés différents de sensibilité.

Le nombre des couleurs complémentaires est infini comme celui des longueurs d'ondes; voici les principales d'après Rood :

Rouge	bleu vert
Orangé....................	bleu cyané
Jaune......................	bleu d'outremer
Jaune verdâtre	violet
Vert	pourpre.

Si, au lieu de partager la lumière blanche en deux faisceaux, nous la partageons en trois, nous aurons trois couleurs dont la somme reproduit la lumière blanche. Ces trois couleurs seront encore complémentaires, par exemple, un certain jaune, du rouge

et du bleu. Etant donné deux couleurs : un rouge et un bleu, par exemple, la troisième, c'est-à-dire la couleur qui, avec ce rouge et ce bleu, fournit de la couleur blanche, est l'inconnue d'un problème ; on la trouve par déduction des deux autres.

Nous avons dit qu'il n'y a pas de corps parfaitement opaque. Les rayons lumineux pénètrent plus ou moins dans leur épaisseur, très près de leur surface dans un certain nombre, plus profondément dans d'autres, ou bien laissent passer certains rayons et en réfléchissent d'autres.

Certains métaux, déposés en minces pellicules, laissent passer par transmission un certain nombre de rayons et réfléchissent les autres. Une feuille d'or très mince laisse passer une petite quantité de lumière et lui donne une teinte vert bleuâtre ; ce vert est la couleur complémentaire du jaune, couleur de l'or. La théorie du virage nous a fixés du reste sur la transparence de l'or sous une infime épaisseur.

Une pellicule d'argent très finement divisée réfléchit les rayons du rouge. Les tons rouges se retrouvent ainsi dans les plaques lentes au gélatino-bromure et sur les papiers sensibles impressionnés.

Ainsi la couleur ou la nuance d'un certain nombre de corps dépend à la fois de leur épaisseur et de leur grain.

Elle dépend encore d'autres phénomènes dont nous n'avons pas à nous occuper ici, parce qu'ils sont du

domaine de la chimie. C'est à ces phénomènes qu'il convient d'attribuer, par exemple, certaines colorations des clichés et des épreuves, soit au développement pour les premiers, soit au virage pour les secondes, soit industriellement pour les uns comme pour les autres.

Si l'on place en regard l'un de l'autre un cliché et sa copie, au sortir du châssis-presse, on remarque entre les deux une différence frappante : l'épreuve est rougeâtre, le cliché est noir ou gris argenté.

« Cependant, dit Liesegang, l'analyse chimique nous révèle que l'une et l'autre image sont faites d'argent métallique. Si l'on examine les deux images au microscope, on voit que l'image du cliché est faite de petites particules d'argent noir disposées les unes à côté des autres; sur l'épreuve, au contraire, ou mieux sur une glace au gélatino-chlorure semblable à l'émulsion qui recouvre le papier, les petits grains constituant l'image ne peuvent se distinguer les uns des autres.

« Il y a donc lieu de présumer que la différence des couleurs est due à la différence du volume des particules d'argent. Cette hypothèse est confirmée par un grand nombre de faits. »

Si l'on expose, un temps très court, une plaque ou une feuille de papier recouverte d'une émulsion au gélatino-bromure, la couleur de l'émulsion ne change pas, parce que la lumière n'a produit qu'une très

légère modification des molécules de bromure, mais si l'on prolonge l'exposition pendant un certain temps, l'émulsion se colore et finalement l'image apparaît; l'état modifié s'accentue donc, les molécules de bromure se désagrégent et l'argent commence à se précipiter plus ou moins.

J'ai avancé tout à l'heure, à la suite de ma théorie des couleurs, que j'avais tout lieu de penser que la polychromie des images existe à l'état latent sur les clichés et sur les épreuves monochromes; voici une expérience très intéressante, lue dans *Photo-Revue*, qui semble venir à l'appui de cette hypothèse; cette expérience est due à M. Baudran, de Versailles.

« Dans le volet d'une pièce obscure on fait une ouverture à laquelle on adapte une chambre d'agrandissement munie de son objectif ; en dehors de la chambre, et en face de l'instrument, on dispose une photographie sur papier que l'on éclaire par le moyen d'un miroir de telle sorte que la lumière arrive sur l'image du même côté qu'elle arrivait sur le modèle. L'image est projetée, agrandie par l'instrument, sur un écran, et l'on aperçoit alors distinctement les couleurs de l'original, lesquelles ne sont cependant pas visibles sur la carte photographique. »

Il y a évidemment diffraction de la lumière, due à ce que l'argent s'est déposé sur l'épreuve dans un

arrangement moléculaire en rapport avec les longueurs d'ondes des rayons lumineux qui l'ont frappé.

Nous verrons du reste toute à l'heure, en passant en revue un procédé assez récent, que si l'on arrive à produire cette diffraction à l'aide d'un réseau, on obtient les couleurs.

Pour le moment, ces couleurs sont à l'état latent ou du moins ne se montrent que sous une certaine incidence et à l'aide d'une projection agrandie de l'image.

Les clichés, aussi bien que les épreuves, ne nous offrent donc que la variété d'un ton allant du blanc à la couleur du fond.

Si l'on arrivait à scier les molécules de la couche impressionnée, de manière à la transformer en lames parallèles séparées les unes des autres par des intervalles répondant aux demi-longueurs d'ondes des couleurs et des nuances du sujet, toutes ces ondes seraient réfléchies et l'on aurait les couleurs; or c'est là le principe de la méthode interférentielle.

Cette méthode a été, parait-il, pressentie par *Niepce de Saint-Victor* qui avait remarqué que certaines plaques au bitume de Judée, exposées à la chambre noire, avaient donné des images visibles par réflexion ; il attribuait ce résultat à un phénomène analogue à celui des anneaux colorés de Newton. Il pensait que chaque couleur, le vert par exemple, impressionnait la couche de telle sorte

que, lors du développement, son épaisseur était telle qu'elle réfléchissait la couleur verte ; et il était à peu près dans le vrai. Nicéphore Niepce disait ceci :

« Si l'empreinte est vue par réflexion dans un miroir, du côté verni et sous un angle déterminé, elle produit beaucoup d'effet, tandis que, vue par transmission, elle ne présente qu'une image confuse et incolore ; et, ce qu'il y a de plus étonnant, c'est qu'elle paraît affecter les couleurs locales de certains objets. En méditant sur ce fait remarquable j'ai cru pouvoir en tirer des inductions qui permettraient de les rattacher à la théorie de Newton sur le phénomène des anneaux colorés.

« Il suffirait, pour cela, de supposer que tels rayons prismatiques, le rayon vert par exemple, en agissant sur la substance du vernis et en se combinant avec lui, lui donne le degré de solubilité nécessaire pour que la couche qui en résulte après la double opération des disolvants et des lavages réfléchissent la couleur verte. Au reste, c'est à l'observation seule à constater ce qu'il y a de vrai dans cette hypothèse. »

Nicéphore côtoyait la vérité, *Lippmann* la rencontre.

Lippmann a découpé les molécules de la couche sensible en lames parallèles, séparées les unes des autres par des intervalles correspondant aux couleurs à obtenir et pour couteau il a pris la lumière.

A l'aide d'un miroir de mercure appliqué sur la

face émultionnée de la plaque exposée par le dos, il a réfléchi les rayons envoyés sur cette plaque de manière à les interférer. Il a produit dela sorte, dans l'épaisseur de la couche, une série de plans parallèles (franges) alternativement lumineux et obscurs.

Les plans brillants qui, seuls, impressionnaient la couche, produisirent des lames minces d'argent métallique, le bromure des plans obscurs était éliminé au fixage. Ces lames se trouvaient éloignées les unes des autres par des intervalles égaux à une demi-longueur d'onde de la lumière qui avait agi, l'épaisseur de ces lames était égale à la largeur des intervalles.

Le nombre des lames ainsi formées dépend donc à la fois de la couleur à reproduire et de l'épaisseur de la couche. M. *Londe* croit que la couleur réfléchie est d'autant plus pure que le nombre des couches réfléchissantes est plus grand :

« Ces couches, dit-il, forment une sorte de réseau en profondeur et, de même que dans la théorie des réseaux par réflexion, la pureté des couleurs va en croissant avec le nombre des miroirs élémentaires. »

Le *Dr Schütt* prétend le contraire ; en analysant les couleurs au spectroscope, il a trouvé que plus le nombre des lames augmente, moins les couleurs sont pures ; l'épaisseur de la couche ne devrait pas dépasser 1/1000 de millimètre.

On a cru tout d'abord qu'on ne pouvait obtenir d'épreuves que sur des couches sans grain et d'une transparence absolue ; dans ce cas, les plaques d'un usage courant n'auraient pu servir.

Cependant, nous avons vu Neuhauss déclarer, dans un précédent chapitre, que les plaques de Lumière et de Valenta (température d'émulsion 40°) rendent admirablement les couleurs, bien qu'elles aient un grain absolument apparent.

Le *Dr Schütt* a reconnu que, sous des couches interférentielles obtenues par le procédé de Lippmann, le grain d'argent qui constitue l'image ne se réduit pas totalement, mais bien par couches successives, autrement dit, que plusieurs lames minces se forment même dans un seul grain de bromure. Il a mesuré les grains d'une émulsion donnant de bons résultats, et il a trouvé des valeurs allant de $0^{mm},0006$ à $0^{mm},0013$. La plupart des grains avaient un diamètre de $0^{mm},0007$ à $0^{mm},0009$. La couche totale avait une épaisseur de $0^{mm},012$. Le nombre des lames minces était de trois dans le rouge et de cinq dans le violet, pour une couche de $0^{mm},0001$ d'épaisseur.

Le temps de pose doit être aussi exact que possible ; il est encore assez long, et il faut interposer des écrans colorés pour laisser agir, pendant le temps convenable, chacune des radiations colorées.

Le cliché est négatif par transparence, c'est-à-

dire que chaque couleur y est représentée par sa complémentaire, il est positif par réflexion.

Un auteur, M. *Blanc*, fait observer qu'on peut obtenir les couleurs interférentielles sans le secours d'un miroir à mercure, mais qu'en ce cas, elles sont moins vives.

M. Wood indique un autre moyen d'obtenir les couleurs interférentielles ; c'est à l'aide d'un réseau de diffraction.

Il prend comme point de départ trois réseaux ayant des espaces tels, que la déviation du rouge dans le premier soit la même que celle du vert dans le second et que celle du bleu dans le troisième.

Si ces trois réseaux sont montés l'un à coté de l'autre, en avant d'une lentille convergente, leurs spectres se superposeront et un œil placé dans la position convenable, verra le premier réseau rouge, le second vert et le troisième bleu.

Si l'on amène le premier et le deuxième réseau à se superposer, l'œil recevra à la fois du rouge et du vert, par suite, on verra du jaune. Si l'on superpose les trois, on verra simultanément du rouge, du vert et du bleu ; la sensation sera celle du blanc.

Comme application, M. Wood fait trois négatifs à travers des écrans rouge, vert et bleu. Il en tire trois positifs sur plaques à projections (plaques

albuminées); quand ces positifs sont secs, il les recouvre de gélatine bichromatée et les sèche dans l'obscurité.

Les trois réseaux de diffraction, d'un espacement convenable, étant tracés en photographie sur verre, sont alors placés contre ces positifs et exposés à la lumière solaire ou électrique pendant 30 secondes. En lavant ces plaques dans l'eau chaude, il obtient des réseaux de diffraction très brillants à la surface de la couche.

Il place ensuite trois plaques de verre mince sensibilisées à la gélatine bichromatée sous les trois positifs et les imprime. Les parties de chaque plaque sur lesquelles la lumière a agi portent l'impression du réseau correspondant, faiblement ou fortement marquées suivant l'intensité des diverses parties du positif. Quand ces trois plaques sont superposées et placées en avant de la lentille, puis éclairées par une source de lumière intense, on voit une image correctement colorée, à condition de placer l'œil d'une façon convenable.

M. Wood a cherché à réaliser le système entier des réseaux sur une seule couche, il a en partie réussi ; nous disons en partie, parce qu'il a éprouvé de la difficulté à fixer le bleu.

Nous n'entrerons pas plus avant dans l'exposé de cette méthode, qui appartient au phénomène physique de la diffraction, mais qui semble d'une appli-

cation délicate ; on en lira les détails soit dans *Photo-Revue*, soit dans le *Bulletin de la Société française de photographie*.

Dans le même ordre d'idées, le professeur Joly, de Dublin, pour obtenir, à l'aide d'un cliché ordinaire, une image dans ses couleurs naturelles, s'est servi d'un écran sur lequel sont tracées des lignes en pigment transparent. Ces lignes sont tirées en trois teintes différentes, de manière à être adjacentes les unes aux autres et également distantes les unes des autres, il les trace à la machine à diviser.

Les colorations ou teintes employées doivent être en rapport avec la sensibilité de la plaque et les différentes longueurs d'ondes lumineuses.

On porte à la chambre noire une plaque orthochromatique et on la recouvre de l'écran de manière qu'il y ait contact intime entre la surface sensible et l'écran, et que les rayons ne rencontrent la plaque qu'après avoir traversé l'écran.

Au développement, on ne voit pas de coloration sur la plaque, mais cette dernière est divisée en aires linéaires ; l'image qui a été tamisée à travers la couleur produisant le rouge, celle qui a été tamisée à travers la teinte produisant le vert et celle qui a été tamisée à travers la teinte produisant le bleu violet.

A l'aide de ce négatif, on imprime une épreuve positive. Celle-ci présente la reproduction exacte des

propriétés de coloris des teintes voulues, avec cette différence que ce qui était opaque deviendra transparent.

Si à présent, cette photographie est observée à travers un écran recouvert de lignes tracées en teintes transparentes de mêmes dimensions que celles qu'on a adoptées en premier lieu avec la plaque, mais présentant les trois couleurs primaires : rouge, vert et bleu violet, et si l'écran est placé contre la photographie de façon à ce qu'une ligne colorée en rouge tombe sur une bande linéaire de l'image prise à travers une ligne rouge sur l'écran récepteur, qu'une ligne verte tombe sur une bande de l'image préalablement obtenue par une ligne verte, de même pour le bleu violet, l'image est vue dans ses couleurs primitives.

Ce procédé est évidemment curieux, mais très délicat dans l'application. Il faut, en effet, tirer les lignes de l'écran très rapprochées les unes des autres de manière à en comprendre au moins 200 par pouce; de plus, la coïncidence des lignes de l'image avec celles de l'écran est très difficile à obtenir exactement.

Dans les deux procédés peu pratiques que nous venons de décrire sommairement, les réseaux agissent comme des écrans linéaires. On en comprendra mieux le principe lorsqu'on aura étudié la méthode indirecte d'obtention des couleurs dont nous allons dire quelques mots.

L'héliochromie a été inventée presque en même temps par M. L. Ducos du Hauron, d'Agen et M. Cros, de Paris; Cros est mort; Ducos a pu assister à l'épanouissement de son œuvre; il a poursuivi cette dernière avec une remarquable énergie; elle rendra son nom impérissable. La méthode indirecte présente un double intérêt artistique et scientifique. Si elle rend tout le charme du coloris d'un paysage, elle reproduit aussi, avec une scrupuleuse exactitude, des objets dont il importe de connaître non seulement la forme, mais encore la couleur : les pièces anatomiques par exemple Elle fait, en outre, ce que ne peuvent les procédés dont nous parlions tout à l'heure, elle les vulgarise; car elle permet de les imprimer à un nombre illimité d'exemplaires; elle concourt à l'illustration du livre; elle est entrée dans le domaine industriel.

Voici comment Ducos du Hauron définit son procédé :

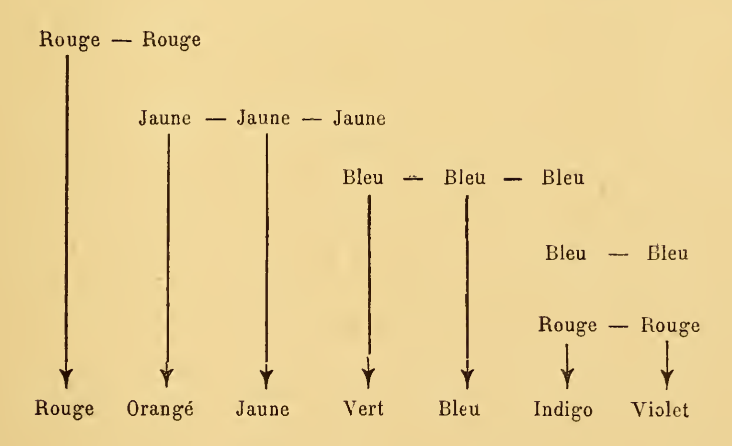
« Mon système de photographie des couleurs consiste à confondre mécaniquement en une seule image trois épreuves positives monochromes : si la polychrome est pigmentairement réalisée, la première de ces épreuves, qui est l'œuvre de la lumière bleu violette, est imprimée en jaune; la deuxième, qui est l'œuvre de la lumière verte, est imprimée en rouge pourpre; la troisième, qui est l'œuvre de

la lumière rouge orangée, est imprimée en bleu; ces trois impressions s'opèrent sur un fond blanc.

« Malgré l'exclusion de ce qu'on appelle la lumière noire, l'unification dont il s'agit procure la gradation complète du clair à l'obscur, en même temps qu'elle procure l'innombrable série des tonalités chroniques. » (*Photo-Revue*, 15 Août 1897.)

Ceci a besoin d'être expliqué : le procédé est basé sur les propriétés des couleurs complémentaires :

On sait que les sept couleurs du spectre semblent composées de trois couleurs dites simples, paraissant chevaucher les unes sur les autres, de sorte qu'on peut les écrire de la façon suivante :



Un tableau coloré renfermant, par exemple, du rouge et de l'orangé peut donc être décomposé en rouge et en jaune, les parties orangées étant con-

sidérées comme la superposition du rouge et du jaune.

Un tableau rouge, vert et bleu peut être décomposé en trois tableaux, l'un rouge, l'autre jaune, le troisième bleu qui, superposés, reconstitueront le rouge, le vert et le bleu.

Un tableau renfermant les sept couleurs du spectre peut être décomposé en trois monochromes : l'un rouge, l'autre bleu, le troisième jaune, et ces trois tableaux superposés rendent les sept couleurs.

Si donc nous voulons reproduire toutes les couleurs d'un sujet coloré, il nous suffira d'en tirer trois clichés impressionnés : l'un pour le rouge, l'autre pour le bleu, le troisième pour le jaune. On isolera donc, dans l'appareil photographique, les faisceaux lumineux de la couleur qu'on veut laisser arriver seule sur la plaque sensible ; on les *filtrera* et le filtre employé sera l'écran coloré.

« La première idée qui se présente à l'esprit, dit M. Ducos du Hauron, c'est qu'il faut un filtre rouge pour former l'image rouge, un filtre jaune, pour former l'image jaune, un bleu pour former la bleue.

« Eh bien non ! Procéder ainsi serait un épouvantable contresens, et le résultat d'une opération ainsi conduite serait nécessairement monstrueux...

« Concentrons le raisonnement sur un phototype quelconque pris parmi les trois, sur celui, par

exemple, qui doit fournir le monochrome rouge. Ce phototype n'a pas pour unique destination de répartir le rouge en chaque point de la polychromie, proportionnellement au degré d'intensité de la teinte rouge, soit pure, soit mélangée à du jaune ou à du bleu, qui est émise par le modèle ; mais il a une seconde destination tout aussi fondamentale, c'est de répartir, en chaque point de la polychromie, ce même élément rouge dans la proportion commandée par la gradation du clair à l'obscur sur l'original : rouge plus abondant pour une ombre plus accentuée sur celui-ci, et moins de rouge sur la polychromie, lorsque tel ou tel objet copié par elle, serait-il d'un rouge bien tranché, est éclairé par une vive lumière. Or, qu'adviendrait-il si, comme nous venons d'en admettre l'hypothèse, le rayon rouge était le distributeur du pigment rouge ? Dans ce cas, le phototype — que nous supposerons négatif comme tous les phototypes de la photographie usuelle — traduirait, à bon droit, les clartés du modèle par les opacités, mais il traduirait en même temps les rouges du modèle par des opacités d'autant plus accusées que la teinte rouge est émise en plus grande abondance ; d'où la conclusion que l'image positive, engendrée par ce négatif, représenterait correctement la gradation du clair à l'obscur, mais, malheureusement, représenterait le rouge par d'autant plus de rouge qu'il y en a moins

dans le modèle et par d'autant moins de rouge que le modèle en contient davantage... Pour briser l'obstacle, l'unique moyen consistait à distribuer le rouge, le jaune, le bleu, non par le rouge, le jaune, le bleu mais par leurs couleurs complémentaires, qui sont le vert, le violet, l'orangé.

« Ce qui revenait à dire qu'on imprimerait en rouge sous une empreinte négative exempte de toute collaboration du rayon rouge, et qu'on imprimerait en jaune et en bleu sous des négatifs exempts : l'un de la collaboration du jaune, l'autre de la collaboration du bleu.

« Ce chassé-croisé de couleurs a reçu le nom de *méthode d'interversion* ou de *méthode antichromatique.* » (*La Photographie des couleurs.*)

En somme on prend des *négatifs* de chacune des trois couleurs. Ces négatifs sont impressionnés par les couleurs complémentaires de celles que l'on veut obtenir sur la plaque.

Des trois clichés, le premier sera impressionné uniquement par tous les rayons autres que les rayons rouges, que ces rayons soient isolés ou mélangés à des rayons appartenant à d'autres couleurs ; ce sera le cliché du rouge ; pour le faire, il faut donc intercepter tous les rayons rouges.

Le cliché du bleu et celui du jaune seront faits de même, c'est-à-dire en interceptant ces deux couleurs et en laissant arriver, sur leurs plaques respec-

tives, les rayons de leurs couleurs complémentaires.

Ces trois clichés serviront à imprimer trois épreuves positives transparentes : celle du rouge sera teinte en rouge, celle du jaune en jaune, celle du bleu en bleu. La superposition de ces trois épreuves, soigneusement repérées, donnera toutes les couleurs et toutes les nuances du sujet. Au lieu de reconstituer le sujet par superposition des trois positifs transparents, on peut les fixer directement sur un même support par la méthode d'impressions aux encres grasses.

Tous les procédés de photographie en couleur exigent l'emploi de plaques orthochromatiques. Or comme ces plaques sont sensibles à certaines couleurs plus qu'à d'autres, on comprendra que la couleur, ou tout au moins la nuance des écrans, doit varier avec l'ortochromatisme des plaques.

Si l'on se sert de plaques panchromatiques, on emploiera un écran bleu violet, un écran vert jaune et rouge orangé. Mais nous n'insisterons pas sur la pratique de la méthode indirecte, notre but n'ayant été, nous l'avons dit en commençant, que d'en exposer le principe : la filtration, au moyen d'écrans, de la lumière complémentaire de celle qui est destinée au cliché.

Dans ces dernières années, Ducos du Hauron a démontré qu'on peut se contenter de deux mono chromes voici, du reste, comme il s'exprime :

« Mes dernières recherches m'on fait découvrir une loi merveilleuse, en vertu de laquelle une image constituée par deux monochromes seulement est susceptible de produire sur l'organe de la vue, dans des cas déterminés, une sensation colorée aussi complète que les images trichromes que j'avais réalisées jusqu'à ce jour.

« L'innovation consiste à éliminer le monochrome jaune, tout en exécutant et en superposant le monochrome rouge et le bleu comme si de rien n'était; je ne vais pas jusqu'à dire que la *laque garance* et le *bleu de Prusse* que je continue d'employer soient, dans la circonstance, les meilleurs pigments qui puissent convenir; mais ils donnent l'effet voulu et cela doit suffire.

« Le phénomène que j'indique exige une condition : c'est que la double image soit examinée, non pas à une lumière blanche et abondante, comme celle du grand jour, mais, ou bien à une lumière blanche très modérée, et juste nécessaire pour la vision du sujet, ou bien, ce qui vaut encore mieux, à la lumière jaunâtre des bougies ou des lampes.

« Le spectacle, de jour, devient même possible, sans grande réduction de la lumière, si l'image est établie sur fond jaunâtre ou même grisâtre.

« Qu'on veuille bien le noter, la sensation du jaune ne saurait provenir, dans les circonstances qui viennent d'être définies, d'une coloration géné-

rale jaune inhérente à la nature même de l'éclairage ou à la nature du fond de l'épreuve; en effet, les parties blanches du modèle sont traduites par du blanc, tandis que les jaunes le sont par du jaune.

« Les spectateurs croient réellement voir la troisième couleur où elle doit se trouver, lorsqu'il est bien certain qu'elle en est absente.

« On dirait qu'il y a en tout cela une équation de l'ordre physiologique, dans laquelle, les deux termes connus étant le bleu et le rouge, le troisième terme, qu'on peut appeler le X, se dégage naturellement et de lui-même, sous l'apparence du jaune matériellement inexistant.

« Il est à remarquer que l'élément jaune, à raison de sa nature claire, qui semble le rapprocher du blanc, quoiqu'il en soit très éloigné, produit, par son absence, un vide bien moins grand que si c'était le rouge ou le bleu qui fut absent, et on conçoit dès lors qu'une opération, ayant pour résultat de le reconstituer fictivement, s'accomplit dans le cerveau avec plus de facilité que s'il s'agissait d'une des deux autres couleurs.

« Je livre ces réflexions pour ce qu'elles valent. Je constate un fait : la théorie viendra plus tard. » (*Photo-Revue*, 15 août 1897.)

Eh bien! je pense que le phénomène signalé par Ducos du Hauron peut s'expliquer dans une certaine mesure.

La luminosité (éclat) des couleurs du spectre augmente du rouge foncé au jaune, puis diminue du jaune au violet. Cette progression et cette décroissance sont très rapides ; la luminosité du rouge étant représentée par 80, nous aurons, d'après les tableaux établis par Rood :

Rouge foncé	80
Rouge	1.100
Orangé	6.985
Jaune	7.891
Vert	3.033
Bleu	493
Indigo	90
Violet	13

C'est donc la lumière jaune qui se rapproche le plus de l'éclat de la lumière blanche, la luminosité que nous venons de voir est celle de la couleur pure, fournie directement par le spectre, mais nous savons que les couleurs réfléchies sont toujours plus ou moins mélangées de couleur blanche ; elles perdent en pureté, mais elles gagnent en luminosité. Une couleur qui gagne en luminosité perd en intensité de teinte, à mesure qu'elle se mélange de couleur blanche, elle pâlit, se rapproche de cette dernière, s'en distingue de moins en moins, et finit par se confondre avec elle.

Etant donnée la luminosité du jaune, on peut dire que la plus grande partie de l'éclat de la lu-

mière blanche lui est fournie par cette couleur, et que c'est le jaune qui se rapproche le plus du blanc comme aspect.

Or, il est probable que les écrans dont on se sert pour obtenir les monochromes du rouge et du bleu,

Jaune ou vert pour le bleu
bleu verdâtre pour le rouge.

à moins d'être absolument exacts comme nuance, ne transmettent pas toute la lumière jaune sur les plaques. Les plaques peuvent donc porter le négatif d'un certain nombre de rayons jaunes, c'est-à-dire, le négatif affaibli de la couleur jaune, en même temps que le positif affaibli de la même couleur, qu'auront laissé passer les écrans.

Les deux monochromes positifs porteront donc, non seulement l'impression positive du rouge et du bleu, mais une partie de celle du jaune négatif et une partie du jaune positif, cette dernière étant colorée, mais faiblement, soit en bleu, soit en rouge, soit en mélange de ces couleurs.

On a donc, sur l'image *bichrome*, la *trace* de la couleur jaune, bien que cette trace ne soit pas colorée en jaune ; en d'autres termes, la région du jaune existe, bien que diversement colorée. Mais, sous la coloration, les molécules, ayant été impressionnées par le jaune, sur les plaques, renferment,

comme je l'ai avancé, la couleur jaune à l'état latent; cette couleur ne demande qu'à paraître, de même que l'œil ne demande qu'à la voir ou à la deviner.

Les particules d'argent qui ont été impressionnées par le jaune, sont atomiquement disposées à vibrer sous les rayons du jaune et à le réfléchir.

Si donc on éclaire le tableau bichrome à une lumière contenant des rayons donnant la sensation du jaune, les molécules impressionnées par la lumière jaune réfléchiront plus ou moins cette lumière; le jaune apparaîtra; l'œil le percevra d'autant mieux qu'il sera déjà silhouetté.

Si le sujet est encadré de jaune la production du phénomène est encore possible, en raison de l'action sur la rétine de la grande luminosité des rayons jaunes réfléchis. La faible intensité de ce jaune ne suffit pas à colorer les blancs de l'image; d'autre part, il semble qu'il soit impossible que l'on voie le tableau de la même manière et avec la même intensité dans les jaunes que si ces derniers avaient été réellement imprimés; si ce phénomène se produit ou à peu près, c'est parce que le jaune *ébauché* sur l'épreuve est, non pas créé, mais renforcé par la conception que nous nous en faisons en raison de notre habitude de voir, dans la nature, l'association des couleurs et des nuances composant les paysages ou les divers sujets qu'on y ren-

contre. Cette conception n'aurait certainement pas lieu si toute trace de jaune était absente du tableau, ou bien si, à la place du jaune, on avait éliminé le rouge et surtout le bleu.

CHAPITRE XII

Orthochromatisme. — Arrêt de l'impression de certaines couleurs. — Ecrans colorés ; pigment. — La coloration des écrans de la couleur complémentaire des pigments. — Insuccès des pigments ; pigments ou substances colorantes formant écran. — Recherche des colorants actifs.

Dans les procédés d'obtention des couleurs, on doit se servir de plaques orthochromatiques, avons-nous dit. Cette condition est nécessaire pour rendre les couleurs suivant leurs rapports directs de luminosité.

Les plaques sensibles dont nous nous servons habituellement font tout le contraire : elles éteignent les tons chauds, tels que le rouge, le jaune, le vert éclatant, et éclairent, au contraire, les tons froids : le bleu, le cyané, le violet : Autrement dit, le vert et le rouge n'impressionnent pas plus la plaque l'un que l'autre ; le jaune vient presque en noir, tandis que le violet et le bleu, qui sont plus foncés que le rouge et le jaune, viennent en clair.

Ainsi, les paysages n'ont pas de détails, les fleurs se distinguent à peine des feuilles, celles qui sont rouges viennent avec la même teinte que celles

qui sont jaunes et ne ressortent pas sur le vert foncé. Les coquelicots sont noirs et les bleuets viennent en blanc.

A quoi tient ce phénomène? A ce que la sensibilité des couches photographiques n'est pas proportionnelle à la luminosité des rayons colorés qui les frappent, mais à leur actinisme. Or, l'actinisme marche précisément en sens inverse de la luminosité. La plaque sera donc beaucoup plus vite impressionnée par les couleurs de la *région froide* du spectre que par celles de la *région chaude*. Il y aura, si l'on veut, surexposition pour les premières, sous-exposition pour les autres.

Pour changer cet état de choses et obtenir des images en rapport avec ce que nous voyons dans la nature, il faudrait donc retarder la sensibilité des préparations pour le violet, l'indigo, le bleu, et l'activer, au contraire, pour le vert, le jaune, l'orangé et le rouge.

On y est arrivé, mais aux dépens de la sensibilité générale des plaques.

Il y a deux manières d'obtenir ces résultats :

La première manière se présente spontanément à l'esprit : puisque les rayons actiniques (bleu, violet) impressionnent trop vite la plaque sensible, arrêtons, ou du moins modérons leur action, tandis que nous ferons agir les rayons inactiniques; rien de plus facile : nous n'avons qu'à interposer, sur

le trajet des rayons lumineux, en avant de la plaque sensible, des écrans convenablement colorés, c'est-à-dire de la couleur complémentaire de celle dont nous voulons retarder la sensibilité.

Il suffira de quatre écrans :

Rouge, pour le vert (jaune et bleu)
Vert, pour le rouge ;
Bleu, pour le jaune, le rouge, l'orangé ;
Jaune, ou orangé, pour le bleu ;

On voit que ces écrans sont conjugués deux à deux. Généralement trois suffisent : rouge, vert, bleu ou bien rouge, jaune, bleu ; ils permettent de poser chaque couleur séparément le temps nécessaire.

L'écran rouge permet la pose au détriment de celle du bleu, du jaune, du vert qu'il intercepte ; l'écran bleu permet la pose du bleu au détriment de celle du jaune, du rouge, de l'orangé qu'il intercepte ; l'écran vert permet la pose du vert au détriment de celle du rouge qu'il intercepte.

La deuxième manière découle du principe suivant dont nous avons parlé. Seuls les rayons absorbés par un corps peuvent avoir sur ce corps une action physique et, par le fait même de cette action, ils sont proportionnellement éteints.

Un corps rouge, qui réfléchit les rayons rouges, ne subit donc pas l'action de ces rayons, c'est du

reste évident, mais il subit l'action des rayons de la couleur complémentaire du rouge qui, perdant ses propriétés optiques, se transforme en une autre force qui tend, comme je l'ai expliqué, à modifier la constitution moléculaire du corps.

La teinte rouge des plaques lentes, la teinte vert jaunâtre des plaques rapides doivent avoir une action sur la sensibilité de ces plaques au rouge, pour les premières, au vert et au jaune, pour les secondes.

Pour rendre le bromure d'argent sensible à n'importe quelle couleur, ou bien pour augmenter la sensibilité qu'il possède déjà à l'égard de certaines couleurs, il suffirait donc de le colorer à l'aide d'un pigment qui absorbe la couleur en question, sans agir sur les autres.

En théorie, l'orthochromatisme peut donc s'obtenir de deux façons :

1° A l'aide d'écrans interposés;

2° A l'aide de la coloration de la couche sensible.

En pratique, on emploie généralement, à la fois, la coloration et les écrans.

Si l'on veut bien réfléchir à ce que nous avons dit plus haut, l'on comprendra qu'un écran coloré agit, sur la couche sensible, de la même manière qu'une teinture de cette couche *de la couleur complémentaire de l'écran.*

Un écran vert laisse passer le bleu et le jaune.

Une teinture rouge absorbe le bleu et le jaune. Finalement, la sensibilité de la plaque est augmentée pour le bleu et le jaune, et par conséquent, pour le vert.

Le phénomène ne serait plus le même si l'on se servait d'un écran de la même couleur que le pigment : supposons qu'on fasse usage d'un écran vert et d'un pigment vert.

Un écran vert laisse passer le vert, le bleu et le jaune.

Une teinture verte réfléchit le vert, le bleu et le jaune.

Les deux effets s'annulent, et la plaque reste insensible au vert, au bleu et au jaune.

Cette remarque nous servira dans un instant.

Le procédé, si simple en apparence, de la teinture des molécules, a donné lieu à des mécomptes lorsqu'on a voulu le mettre en pratique.

Un grand nombre de substances colorantes n'ont produit aucun effet sur la plaque sensible ; celles qui ont agi se sont montrées capricieuses.

Il semblait qu'en augmentant la dose de matière colorante sur la plaque on allait augmenter en même temps la sensibilité de cette dernière pour la couleur complémentaire ; il n'en fut rien.

Une certaine dose de pigment donne le maximum de sensibilité, si l'on augmente cette dose, l'effet

est diminué et les doses produisant les effets utiles sont extrêmement faibles.

Pour la cyanine, par exemple, qui est une des substances agissant le mieux, la dose qui produit le maximum d'effet est à peu près dans la proportion de 1 : 100.000.

L'action de la matière colorante varie également avec la nature de la couche sensible ; c'est ainsi que, suivant M. Didier (*Photo-Revue*), la *fuchsine*, qui accroit notablement la sensibilité du collodio-bromure, n'a aucune action sur les plaques de gélatino-bromure. Ces dernières se montrent, en général, beaucoup moins influencées par les sensibilisateurs optiques que les plaques collodionnées. De plus, la sensibilité donnée par ces substances est toujours de beaucoup inférieure à celle que les plaques ont naturellement pour les rayons bleus et violets, ce qui, même pour la photographie orthochromatique courante, nécessite, nous l'avons dit tout à l'heure, l'emploi d'écrans compensateurs.

Quelle est la raison de ces mécomptes ?

Les caprices du pigment dépendent d'abord des impuretés qu'ils renferment ; ils dépendent également de la substance dans laquelle le sel d'argent a été émulsionné (albumine, collodion, gélatine, etc.).

Si la matière colorante se fixe directement sur les molécules de bromure, elle les colore et les sensibilise pour une certaine couleur. Si cette matière

se fixe, au contraire, sur la substance aggrégante, sur la gélatine, par exemple, elle agit à la façon d'un écran.

Or, nous avons vu que l'action d'un pigment d'une certaine couleur et celle d'un écran de même couleur tendent à s'annuler.

La gélatine se colore, et le collodion ne se colore pas. Ce fait explique pourquoi la gélatine est plus rebelle que le collodion à l'action des matières colorantes ; c'est encore la raison pour laquelle il faut employer des doses extrêmement faibles de cette matière ; c'est afin que la gélatine soit si peu colorée qu'elle ne puisse pas jouer le rôle d'un écran.

Comment choisit-on les matières colorantes ? MM. Lumière vont nous l'expliquer :

« En opérant avec des matières colorantes aussi pures que possible et avec des émulsions bien débarassées de sels solubles, nous avons recherché les relations qui peuvent exister entre la constitution chimique des sensibilisateurs et leurs propriétés sensibilisatrices ; nous avons tenté de déterminer les groupements chimiques qui caractérisent les sensibilisateurs, de façon à pouvoir prévoir ces sensibilisateurs.

« Ces relations, malgré tous nos efforts, nous ont jusqu'ici échappé. *Nous avons remarqué que les sensibilisateurs paraissent appartenir principalement à la série du triphénylméthane.*

« Étant données les remarques qui précèdent, il est facile d'arriver à donner à une émulsion déterminée une sensibilité, pour les diverses régions spectrales, comparable à celle de notre œil pour les mêmes radiations.

« A cet effet, on photographie d'abord le spectre avec ladite préparation et l'on détermine les régions pour lesquelles il y a lieu d'augmenter la sensibilité.

« On recherche ensuite, *parmi les colorants actifs à dose très minime*, ceux dont les sels d'argent présentent une bande d'absorption dans ces diverses régions.

« A l'aide d'essais spectrographiques méthodiques, on arrive promptement à déterminer les teintures et les proportions relatives de chacune d'elles ; on réalise ainsi assez facilement ce qu'on peut appeler le *panchromatisme* (*Photo-Revue*).

MM. Lumière déclarent pourtant que, malgré toutes les tentatives faites jusqu'ici, ces préparations panchromatiques sont restées assez peu sensibles au *vert bleu* du spectre ; mais on peut corriger pratiquement cette imperfection à l'aide d'un écran verdâtre convenablement choisi.

L'orthochromatisme a fait de grands progrès dans ces dernières années, et les diverses préparations actuellement en usage permettent de produire des instantanés.

CHAPITRE XIII

Des réseaux

Parmi les accidents d'ordre physique qui peuvent se produire au cours des opérations photographiques, l'un des plus curieux, et des moins expliqués jusqu'à présent, est celui des réseaux.

Dans une lettre adressée au Directeur de *Photo-Revue* (1er septembre 1898) un abonné, M. Daullia, a remis la question sur le tapis :

M. Daullia écrivait que « de deux plaques de même émulsion, exposées à la même heure, comportant un sujet identique, développées dans le même bain, et ayant été agitées toutes deux, l'une a été couverte de marbrures, surtout dans les grands noirs du ciel et des fonds, tandis que l'autre en est restée vierge ; et il demandait la raison de ce phénomène.

MM. Lumière consultés l'attribuèrent à deux causes probables : soit manque d'agitation de la cuvette, soit manque d'homogénéité du bain révélateur.

M. le D[r] Guébhard ajouta les explications suivantes :

« Lorsqu'on plonge dans le révélateur une plaque préalablement mouillée, et qu'on ne remue pas aussitôt le bain, on retrouve, imprimées sur la plaque, en stries cannelées ou en zébrures régulières, d'autant plus espacées que la profondeur du bain était plus grande, les lignes mêmes de l'afflux du révélateur sur la gélatine au moment de son immersion.

« Le dessin en est d'une géométrie remarquable, et il y a un aspect tout à fait caractéristique pour les parties où les vagues liquides, arrivées des bords opposés de la plaque, se sont heurtées et ont produit un brouillage vermiculaire qui fait contraste avec la rectitude de toutes les autres lignes. Et la preuve de la justesse de l'interprétation de ces figures est fournie par deux observations de la pratique courante.

« Que l'on retire, peu de temps après l'avoir plongée dans l'hyposulfite, une plaque mise au fixage, et l'on verra sur le dos, tracé en lignes blanches opalescentes, un dessin tout analogue au précédent. De même, lorsqu'on jette dans le bain d'ammoniaque une plaque que l'on vient de renforcer au sublimé. Le dessin est, dans tous les cas, particulièrement régulier, si l'immersion l'a été elle-même, si, par exemple, ainsi qu'il arrive

souvent, la plaque mouillée est restée un instant flottante horizontalement à la surface tranquille du second bain.

« Ceci étant établi, le cas de M. Daullia s'explique tout seul. Remarquez qu'avant de mettre ses plaques dans le bain d'amidol dilué, il les plonge dans une cuvette d'eau pure.

« Il lui était matériellement impossible de retirer à la fois de la cuvette d'eau ses deux clichés, jusque-là semblables. Donc le premier, tandis que se faisait la pêche du second, est resté quelques instants dans le révélateur *au repos;* ces instants, pour une cause accidentelle, ont pû dépasser les quelques secondes qui eussent été sans importance, et pour peu qu'ils aient dépassé une ou deux minutes, c'était plus qu'il n'en fallait pour que ces lignes apparussent sur la plaque. »

Ainsi, d'après le Dr Guébhard, le réseau serait dû à l'afflux du révélateur au repos, sur une plaque préalablement imbibée d'eau.

Il y aurait donc eu séparation des éléments du révélateur, qui aurait agi comme un révélateur non homogène.

Liesegang a étudié le phénomène des réseaux, et il en donne une explication plus complète dans sa *Photographische Physik.*

L'attention de Liesegang avait été appelée sur une communication faite par *Beyerinck* à l'associa-

tion des chimistes de Londres en 1897. Beyerinck décrivait une certaine structure alvéolaire qui se produit dans de certaines circonstances, par exemple, lorsqu'on mêle de la colle d'amidon à une solution de gélatine et qu'on laisse sécher l'émulsion. L'amidon constitue les parois des alvéoles et la gélatine remplit les cellules.

Il remarqua la même structure en faisant des recherches sur le développement :

« J'avais préparé une certaine quantité de solution de pyrogallol dans l'*alcool* (additionné d'un peu de vinaigre). Avant d'employer cette solution, j'y avais ajouté une solution de soude et une solution de sulfite. Les plaques, normalement exposées, se développaient régulièrement dans ce bain, mais, sur les plaques sous-exposées, qui devaient rester bien plus longtemps dans le révélateur, il se produisait une structure toute particulière ; si le révélateur n'avait pas été tenu en mouvement, toute la surface de l'image se couvrait d'un réseau alvéolaire assez régulier.

« Le réseau était formé de lignes blanches, larges d'un demi-millimètre environ ; à ces places, la couche impressionnée n'avait pas été réduite par le révélateur. »

En rinçant la plaque après le développement, Liesegang voyait l'eau sortir distinctement de la couche et s'étendre en nappe sur la plaque, il en

conclut que l'alcool chassait l'eau et que c'était cette poussée de l'alcool qui avait dû empêcher ou retarder le développement.

Liesegang pense que si le phénomène ne se produit que suivant certaines lignes, c'est parce que, lors du développement, l'alcool s'est concentré suivant ces lignes et les a protégées contre l'action des agents réducteurs, suivant lui, les parois des alvéoles sont donc constituées par l'alcool, tandis que le révélateur reste au repos et cette structure est sans doute superficielle. Lorsqu'un révélateur contient de l'alcool, il faut donc le tenir constamment en mouvement.

Le même phénomène peut se produire lorsque l'on a ajouté trop d'alcool à l'émulsion, lors de la préparation des plaques.

« Mais, dit Liesegang, tandis que, dans le révélateur alcoolisé, la séparation des éléments a lieu lors de la pénétration du liquide dans la couche de gélatine, ici le dessin alvéolaire se produit volontiers quand l'émulsion passe de l'état liquide à celui de gelée. Il est très facile de donner la structure alvéolaire à une couche de collodion, il suffit de la couler très épaisse sur la glace. Cette structure se montre encore plus volontiers si l'on ajoute au collodion de l'huile ou de la résine. »

A titre d'expérience, Liesegang avait ajouté à une émulsion au collodio-chlorure une forte quantité

d'huile de ricin; une autre fois, pour obtenir une couche non brillante, il avait ajouté à l'émulsion du vernis mat.

Il constata alors que le phénomène qui se produisit avait une certaine ressemblance avec la contexture des cellules des plantes.

Dans ces deux cas il a remarqué que les réseaux se montrent au séchage de la pellicule.

L'huile de ricin et le vernis (ce dernier avait d'abord été dissous dans l'éther, puis mélangé intimement avec le collodion) se sont séparés par suite de l'évaporation de l'éther; l'huile de ricin distribua le vernis en gouttelettes dont l'agglomération en masse solide et opaque constitua les parois des réseaux.

A l'appui de ses expériences, Liesegang cite l'observation suivante, faite par le professeur Mollische, au cours de ses recherches sur la congélation des plantes. Si l'on fait congeler de la gélatine molle à 2 0/0, on obtient une sorte d'éponge, dont la charpente est en gélatine, tandis que les creux sont remplis de glace.

TABLE DES AUTEURS ET DES OUVRAGES CITÉS

(Les numéros en regard indiquent les pages du texte.)

1° *Auteurs*

2° *Ouvrages*

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

L

M

N

O

P

R

S

T

V

Tours. — Imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.

BIBLIOTHÈQUE GÉNÉRALE DE PHOTOGRAPHIE

MÉDAILLE D'OR

A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE PARIS 1900

La Bibliothèque Générale de Photographie se compose à l'heure actuelle de plus de 100 volumes et embrasse tout l'ensemble des connaissances photographiques.

BERGERET ET DROUIN. **Les Récréations Photographiques**. 1893, 2e édition, 1 vol. in-8° jésus de VIII-224 p. illustré de 4 pl. hors texte, en phototocollographie et de 131 fig. . . . . fr. 6 »

Cet ouvrage forme un magnifique volume grand in-8o, avec une reproduction par l'héliogravure et gravures sur bois, de POYET, NAGEL et TAUXIER, 3 photogravures hors texte et 4 planches.

BERTHIER. **L'Électricité au service de la Photographie**. Un vol. broché avec gravures. . . . . fr. 1 »

BIGEON (A) Avocat Cour d'appel. **La Photographie et le Droit**. 1894, 1 vol. in-12 de 320 p. . . . . fr. 3 50

Résumé de la jurisprudence photographique et examen complet de toutes les questions juridiques intéressant les photographes, la contrefaçon, la propriété du cliché, le droit d'instantanéiser, les formalités à remplir, etc.

BIGEON. **La Contrefaçon en matière photographique**. (Affaire Reutlinger contre Mariani), avec commentaires de Me A. Bigeon, avocat à la Cour d'Appel. 1899, brochure de 28 pages . fr. 0 50

BOISSONNAS (F.). **Essai de Photographie Binoculaire**. 1900, une plaquette de 50 p. abondamment illustrée par la photographie fr. 0 75

BOYER (JACQUES). **La Photographie et l'Étude des Nuages**. 1898, 1 vol. de 82 p. illustré de 21 figures . . . . fr. 2 »

Les titres des quatre chapitres qui se partagent cet opuscule donneront une idée des indications qu'il contient; les voici : I. Coup d'œil historique sur la science des nuages au XVIIIe siècle; II. Classification et définition des nuages; III. Application de la photographie à l'étude des nuages; IV. Mesure des clichés. — Calculs et conclusion.

BRARD (Docteur). **La Photogravure nouvelle** ou la gravure phototypographique mise à la portée de tous. 1894, 1 vol. in-8o carré de 88 p. avec illustrations dans le texte et hors texte obtenues par le procédé de l'auteur . . . . fr. 2 »

M. le Dr Brard décrit un procédé dont il est l'inventeur et par l'application duquel les amateurs pourront transformer un cliché négatif ordinaire, en une planche d'imprimerie en relief, qui pourra servir à tirer des épreuves aux encres grasses, par conséquent inaltérables, soit par l'opérateur lui-même, soit par n'importe quel imprimeur.

BRUNEL (GEORGES). **Variations et détermination des Temps de Pose en photographie.** 1897, 1 volume in-16 de 82 p. illustré. fr. 2 »

BRUNEL (GEORGES). **Traité élémentaire d'Optique photographique.** 1897, 1 vol. in-16 de 128 p. illustré de nombreuses figures, fr. 2 »

BRUNEL (GEORGES). **La Photographie et la Projection du mouvement.** 1897, 1 vol. in-16 de 115 p. illustré de 45 fig. . . . fr. 2 »

Historique, dispositifs, appareils cinématographiques.

CHAUX (PAUL). **La Photographie instantanée** par les appareils à main. 1 vol. broché avec gravures . . . . fr. 1 50

CHOQUET. **La Photomicrographie histologique et bactériologique.** 1897, 1 vol. in-8° de 150 pages, illustré de 72 fig. et de 7 planches en photocollographie . . . . fr. 6 »

CLÉMENT (A.-L.). **La Photomicrographie.** 1 vol. . fr. 2 »

CLERC (L.-P.). **La Chimie du Photographe.** 1 vol. fr. 1 50

Notions générales de chimie photographique.

COMBE (J.). **Sans Objectif. — Photographie au moyen d'un trou d'aiguille.** 1899. 1 vol. in-8° de 128 p. illustré de 12 fig. fr. 3 »

DELAMARRE (ACHILLE). **Les Agrandissements d'Amateur.** 1901. VI-144 p. 1 vol. in-16 illustré de 26 fig. . . . . fr. 2 »

DELAMARRE (ACHILLE). **La Photographie Panoramique.** 1900. 1 vol. in-16 de 70 pages . . . . fr. 1 25

DESORMES et BASILE. **Dictionnaire des Arts Graphiques.** 1899, 2 forts vol. in-12 de 400 pages chacun . . . . fr. 6 »

DONNADIEU (A.-L.). **Le Gélatino-Bromure.** 1 vol. broch. fr. 1 »

DONNADIEU (A.-L). **La Photographie animée.** 1 vol. fr. 1 »

Dans cette étude, l'auteur examine les principaux modes d'éclairage employés dans l'exploitation des cinématographes ; il passe en revue les causes d'incendie qui peuvent se produire et signale certaines précautions qu'il y aurait lieu de prescrire pour éloigner tout risque d'accident.

DORMOY (LÉON). **La Photominiature.** 3e édition, 1 vol. 1 »

Procédé de peinture des photographies donnant des résultats comparables aux plus belles miniatures et pouvant être pratiqué par les personnes qui ne savent ni peindre ni dessiner.

DROUIN (FÉLIX). **La Ferrotypie. —** Obtention des positifs directs à la chambre noire. 1893, 2e édition, 1 vol. in-16 fr. 1 »

DROUIN (FÉLIX). **La Photographie des Couleurs.** 2 »

Procédés par impressions en couleurs fondamentales. — Obtention des clichés. — Obtention des épreuves. — Projections en couleurs. — Chromoscopes. — Méthode interférentielle. — Procédés divers.

DROUIN (FÉLIX). **Le Stéréoscope ou la Photographie stéréoscopique.** 1 vol. in-16 de 192 p. illustré de 104 fig. et de 2 photocollographies hors texte . . . . Broché fr. 3 50 ; Relié toile, 4 50

Dans cet ouvrage les amateurs de stéréoscope trouveront, avec toutes les notions théoriques et techniques relatives aux merveilleux effets de l'appareil, les indications pratiques et de détail pour produire, avec les appareils usuels et les appareils spéciaux, des épreuves positives, sur papier ou sur verre, donnant le relief stéréoscopique.

DROUIN (FÉLIX). **La Pellicularisation des clichés au gélatino-bromure.** 1898, 1 vol. in-16 de 32 pages. . . . . fr. 1 »

Cet opuscule décrit minutieusement un procédé de pellicularisation poussé à sa dernière limite de simplicité. Ce procédé permet de transformer en très peu de temps, sans accessoire ni produit spécial, un cliché sur verre en pellicule susceptible d'être imprimée dans les deux sens et conservée dans un livre.

DUCOS DU HAURON (L.). **La Photographie indirecte des couleurs.** 1901, 1 vol. in-16 de 60 pages avec 2 planches hors texte . . . fr. 1 25

EMERY (H.). **Formulaire pratique de Photographie.** 1897, brochure in-16 de 26 pages . . . . fr. 0 50

Indiquant les termes photographiques, les formules traitant du développement, du renforcement, du tirage, des procédés au charbon, enlèvement des divers voiles, etc.

EMERY (H). **La Photographie Artistique. — Comment l'Amateur devient un Artiste.** 1900, 1 volume de luxe in-4, orné de 11 fig. dans le texte et de 16 planches hors texte dont 6 en héliogravure et 10 en photocollographie. . . . . fr 12 »

FINATON (CHARLES). **Les Papiers collodionnés à pellicules transférables.** 1898, 1 vol. in-16, avec une épreuve transparente reportée sur celluloïd. . . . . fr. 2 »

Dans un travail extrêmement consciencieux, l'auteur étudie toutes les applications qui peuvent découler de l'emploi général, comme surface sensible, d'un papier transfert de l'une des marques qui existent actuellement dans le commerce.

FINOT (J.). **La Photographie transcendantale.** Les esprits graves et les esprits trompeurs, 1898, 1 vol. in-16 de 45 p. broché avec 25 gravures et reproductions . . . . fr. 1 »

FISCH (A.). **Traité pratique des Impressions Photo-mécaniques :**

Première partie. — La **Photolithographie**, 1 vol. grand in-8° de 90 pages avec planche en photolithographie. . . . . fr. 2 50

Deuxième partie. — La **Photoglyptographie**, 1 vol. grand in-8° de 45 pages avec planche. . . . . fr. 2 50

Troisième partie. — La **Photocollographie**, 1 vol. grand in 8° de 90 pages, avec deux planches en photocollographie . . . . fr. 2 50

M. A. FISCH a écrit ses livres comme il a exécuté ses travaux avec la même patience, la même conscience et la même logique Son traité est très déductif, il initie à tous les genres d'impression photomécaniques et, dans chaque genre, à tous les procédés, nous en donnant toujours le *pourquoi* nous décrivant complaisamment les *tours de main* qu'il a pratiqués et qui lui ont réussi.

FISCH (A.) **La Photographie au Charbon**, et ses applications à la décoration du verre, de la porcelaine, du métal, du bois, des tissus, etc., ainsi que la production des portraits simili-camaïeux, des photographies lumineuses, des lithophanies, des filigranes, suivie des procédés au bitume de Judée, de photocalque indélébile en noir et en couleurs, et de divers autres procédés pour la reproduction des dessins. 1894, 1 vol. in-16 de 185 pages contenant 8 reproductions tirées directement, d'après les planches préparées par l'auteur . . . . fr. 3 50

FISCH (A.) **Nouveaux Procédés de Reproductions Industrielles**, avec ou sans teintes modelées au moyen des sels d'argent, de platine, d'urane, de cuivre, de dessins, plans, gravures, portraits, vues, monuments, etc. 1 vol. in-16 de 140 pages . . . . fr 2 50

FISCH (A.). **La Photocopie**, ou procédés de reproductions industrielles par la lumière d'une façon rapide et économique des dessins, plans, cartes, gravures, esquisses, écritures et de tout tracé quelconque 2e édition, 1 vol, in-16 de 70 p. avec 2 planches hors texte . . fr. 2 »

FISCH (A.). **Les Phototirages aux encres d'Imprimerie**, phototirages directs au châssis-presse, aux persels de fer et aux bichromates donnant des épreuves positives aux encres grasses en noir ou autres couleurs, monochromes et polychromes, sur recto et verso, sur papier sans fin, aux couleurs vitrifiées. 1 vol. in-16 de 80 pages fr. **1 50**

FRŒLICHER. **Physique Photographique**, 1 vol. broché avec gravures . . . . fr. **3** »

GANICHOT (PAUL). **Traité théorique et pratique de la Retouche des Epreuves Négatives et Positives**. 1899, 3e édition revue et augmentée. 1 vol. in-16 de 124 pages . . . . fr. **1** »

Si l'on étudie le petit traité de M. GANICHOT, on arrive, même sans avoir la moindre notion du dessin et de la peinture, à améliorer sensiblement les clichés, à les rendre plus artistiques, à corriger certaines erreurs du soleil, exagérant les lumières et les ombres dans les paysages, creusant les rides et faisant saillir sur les visages des protubérances désagréables.

GANICHOT (PAUL). **Traité élémentaire de Chimie photographique**. Description raisonnée des diverses opérations photographiques. Développements, fixage, virages, renforcements, etc. 1898, 2e édition revue et augmentée. 1 vol. in-16 de 120 pages . . . . fr. **1** »

GANICHOT (PAUL). **Traité pratique de la Préparation des Produits photographiques.**

Première partie. — **Préparation des Produits chimiques** employés en Photographie. Tous les produits étudiés sont rangés par ordre alphabétique pour faciliter les recherches. 1899, 2e édition revue et augmentée 1 vol. in-16 de 135 pages . . . . fr. **1 50**

Deuxième partie. — **Préparations Photographiques** proprement dites. Etude et composition de tous les bains. Formules et préparations en usage dans les procédés négatifs et positifs. Traitement des résidus, etc. 1899, 2e édition revue et augmentée. 1 vol. in-16 de 120 pages . fr. **1 50**

GAUTIER (G.-E.-M). **La Représentation artistique des Animaux**. Application pratique et théorique de la photographie des animaux domestiques, particulièrement du cheval, arrêté et en mouvement. 1894, 1 fort vol. in-12, de 320 pages contenant 4 pl. hors texte. . . . . . fr. **5** »

GIARD (EMILE). **Lettres sur la Photographie**. 1895, 1 vol. grand in-4 Ecu, de 360 p. avec couverte artistique en 3 couleurs fr. **12** »

Ouvrage de grand luxe contenant de magnifiques portraits et 150 compositions originales de SCOTT, BERTHEAULT, THIRIAT, MORENO, PARYS et une grande planche en phototypie.

GUICHARD (P.). **La Photographie sous-marine**. 1900, 1 vol. in-8 raisin de 78 pages, ill. de 9 gravures et planches hors texte. fr. **3** »

La Photographie instantanée au sein de l'élément liquide est un fait accompli et l'auteur a la bonne fortune de pouvoir reproduire dans son intéressant ouvrage de remarquables spécimens des résultats obtenus par les divers procédés dont il donne la description.

HÉLIÉCOURT (RENÉ D') **La Photographie en relief ou Photo. Sculpture** et ses principales applications, bas-reliefs, médaillons, lithophanies, terres cuites, filigranes et gaufrages, damasquinure, niellure, timbres en caoutchouc au trait et en demi-teintes, moulages par voie galvanoplastique, procédés divers. 1898, 1 vol. in-16 de 85 pages avec fig. fr. **1 25**

Cet ouvrage contient une étude très documentée au point de vue historique en même temps qu'un recueil précieux de recettes, procédés, tours de main, etc., qui seront de première utilité à l'amateur désireux de s'engager dans cette voie nouvelle.

HÉLIÉCOURT (RENÉ D'). **La Photographie Vitrifiée mise à la portée des Amateurs** Procédés complets pour l'exécution, la mise en couleur et la cuisson des émaux photographiques, miniatures, céramiques, vitraux. 1901, 1 vol. in-16 de 190 pages avec 40 fig . . . . fr. **3** »

JOUAN (P.). **Formulaire photographique**. Recueil de recettes, procédés, formules d'usage courant en photographie, suivi d'un vocabulaire donnant l'explication de certains termes usités en photographie. 1901, 3e édition revue et augmentée. 1 vol. in-16. . . . . fr. **1** »

MATHET (L.). **Traité pratique de Photographie stéréoscopique**. 1899, 1 vol. in-16 de 125 p., illustré de 25 fig . . . . . . fr. **2** »

MATHET (L.), chimiste. **Les Insuccès dans les divers Procédés photographiques :**

Première partie. — **Procédés négatifs.** — Insuccès provenant du matériel, de la nature de l'éclairage du laboratoire, de la mauvaise qualité des préparations sensibles et des produits. Insuccès se produisant pendant les opérations du développement, du fixage, du renforcement, du vernissage, etc. 1 vol. in-12, de 165 pages . . . . fr. **1 50**

Deuxième partie. — **Epreuves positives.** — Insuccès provenant du bain d'argent sensibilisateur, du tirage, du virage, du fixage, du lavage, du satinage, de l'émaillage, du papier au charbon et des positives sur verres pour vitraux et projections. 1 vol. in-12, de 140 pages . . . . . fr. **1 50**

MATHET (L.), chimiste. **La Photographie durant l'Hiver.** — Effets de neige, photographie à l'intérieur, diapositives, reproductions, agrandissements, projections, travaux divers, etc., etc. 1895, 1 fort vol. de 320 pages avec nombreuses grav. et une pl. en phototypie. . . . . fr. **3 50**

MATHET (L.). **Le Microscope et son application à la Photographie des infiniment petits.** (Traité pratique de photomicrographie). 1899, 1 vol, in-16 de 260 pages illustré de nombreuses gravures et planches hors texte . . . . fr. **4 50**

MENDEL (CHARLES). **Traité élémentaire de Photographie**, à l'usage des amateurs et des débutants. 5e édition revue et augmentée. 1900, 1 vol. in-16 de 120 pages, illustré de 80 gravures . . . . fr. **1** »

La cinquième édition de cet ouvrage est en vente, et très demandée par les amateurs; c'est dire son succès et par conséquent sa valeur. Cette édition est au courant des formules nouvelles. Nul traité pratique n'est plus clair et mieux ordonné; il conduit le débutant pas à pas, à travers les opérations photographiques, lui indiquant le mode d'emploi de chaque objet et de chaque produit, le moyen de réussir avec économie.

MULLIN (A.), professeur. **Traité élémentaire d'Optique photographique.** 1898, 1 fort vol. in-8o de 350 pages avec 190 figures . . . fr. **10**

Dans la première partie, qui est consacrée à l'*Optique instrumentale*, l'auteur étudie les lois de la propagation de la lumière, les modifications qu'elle subit en traversant des milieux différents; il explique le phénomène de la vision ; enfin il expose la théorie des premiers instruments d'optique : loupe, microscope, lunette de Galilée, etc.

La deuxième partie est réservée à l'*Optique photographique*.

L'ouvrage de M. MULLIN constitue un travail complet et définitif; il demeurera l'un des plus estimés et des plus durables des livres consacrés à la Science photographique.

NIEWENGLOWSKI (G.-H.). **Dictionnaire photographique**, donnant tous les termes employés en photographie, avec explication précise et détaillée — Publié avec la collaboration de MM. A. ERNAULT, A. REYNER, H. LAEDLIN et A. BIGEON. 1895, 1 vol. in-12 de 230 p., illustré de nombreuses gravures, broché, fr. **3** », cartonné . . . . fr. **3 75**

Ce dictionnaire est un véritable traité complet ayant cette supériorité de présenter les matières dans l'ordre alphabétique, ce qui permet de les trouver instantanément.

OUVRAGES ILLUSTRÉS PAR LA PHOTOGRAPHIE

D'APRÈS NATURE

BASTIDE (J. B.). **La Petite Maison.** 1899, une plaquette in-8° illustrée par la photographie d'après nature. Illustrée en couleurs fr. 6 »
Illustrée en noir . . . . fr. 3 50

BERGON ET LE BÈGUE. **Le Nu et le Drapé en plein air.** 1899, un vol. in-8° de 46 p. illustré de nombreuses reproductions en phototypie obtenues par la photographie d'après nature . . . . fr. 3 50

Les auteurs, fort connus pour leurs études de drapé et de nu. hardies et pourtant décentes, ont essayé de montrer qu'avec les progrès incessants des procédés le photographe artiste pouvait s'aventurer dans le domaine réservé jusqu'ici au peintre et au dessinateur. De nombreuses illustrations dans le texte et hors texte, font de cet ouvrage une des publications les plus intéressantes et les moins banales de l'Art Photographique.

BOISSONNAS (F.). **Dans les Roseaux.** Scènes enfantines en 40 tableaux, 1898, 1 album relié . . . . fr. 3 50

BOISSONNAS (F.). **Un Régal.** 1898, 24 planches en photocollographie réunies en un bel album dépliant sous couverture toile artistique. . . . . fr. 10 »

BOISSONNAS (F.). — **Un Dessinateur en Herbe.** 1898, album dépliant de 16 planches en photocollographie . . . . fr. 6

CLARETIE (JULES). **Mariage Manqué.** 1 vol. in-8° de 26 p. illustré par la photographie d'après nature . . . . fr. 6 »

Tirage à 500 exemplaires numérotés.

DAUDET (ALPHONSE). **L'Elixir du Révérend Père Gaucher.** Texte de A. DAUDET, illustration photographique d'après nature de H. MAGRON.

Il a été tiré de cet ouvrage :

26 exemplaires imprimés sur papier impérial du Japon avec une suite de gravures avant la lettre sur chine; numérotés à la presse de 1 à 26. fr. 100 »

75 exemplaires imprimés sur papier vergé à la cuve avec une suite de gravures avant la lettre sur chine ; numérotés de 27 à 101 . . fr. 50 »

400 exemplaires imprimés sur papier vergé à la cuve numérotés de 102 à 501 . . . . fr. 25 »

Planches héliographiques, photogravure en creux, de P. DUJARDIN, tirées dans le texte, sur les presses de EUDES et CHASSEPOT, typographie en caractères gothiques de MERSCH, couverture artistique en couleurs tirée en héliogravure.

Cet ouvrage à obtenu :

Le *Diplôme d'honneur à l'Exposition du Livre*, 1894. La *Grande Médaille de Vermeil*, décernée par la *Société française de Photographie*, à la meilleure application de la photographie à l'illustration du Livre : Les deux plus hautes récompenses.

LAVALLEY (G.). **Le Maître de l'œuvre de Norrey.** — Légende normande. Nouvelle édition avec illustrations par la photographie d'après nature, par H. MAGRON. 1894, 1 vol. in-4° de 100 p . . . . fr. 6 »

Lavalley (G.). **Un Chanoine enlevé par le Diable.** 1893, Légende normande, illustrée de seize reproductions aux encres grasses, d'après des clichés photographiques de personnages, motifs d'architecture, pris sur nature par Magron. Epuisé.

Le Bègue (René). **Douze petites Etudes de Femmes.** 1897, photographies imprimées en photocollographie, formant 1 album de 12 pl., sous cartonnage spécial. . . . . fr. **2** »

Ratisbonne (Louis.) **Petite Mère.** Poésie. 1896, illustrée de 8 pl. en phototypie, reproduisant les photographies de E.-D. de Nancy. fr. **2** »

Rouet. **Le Loup et l'Agneau.** 1894, adaptation photographique, illustrée par *la Photographie d'après nature*, de la fable de La Fontaine. 6 pl. en photographie, réunies en un album dépliant et renfermées dans un étui artistique . . . . fr. **2** »

GUIDES, RÉCITS DE VOYAGE, ETC.

(**Collection des Albums**) **BERGERET**. — Albums grands in-4° de 100 Vues photocollographiques, sous couverture simili-japon :

Les Villes d'eaux de l'Est. — Album contenant 100 vues de sites les plus goûtés des principales villes de cette contrée ; ces vues sont groupées avec goût en pages in-4° raisin, tirées sur papier de luxe, le tout sous couverture illustrée . . . . fr. **3 50**

Huit jours dans les Vosges. — Album de même format, même genre, comprenant les principales villes des Vosges ; Gérardmer et ses environs, etc. . . . . fr. **3 50**

L'Hiver à Cannes. — Album comprenant Cannes et les principaux sites, le château-fort, le carnaval de Cannes, bataille de fleurs, etc. fr. **3 50**

La Côte-d'Azur. — De Saint-Raphaël à Menton, Fréjus, Cannes, Nice, Villefranche, Beaulieu, Monaco, Monte-Carlo, Menton . . . . . fr. **3 50**

Nancy. — Place Stanislas, Hôtel-de-Ville (intérieur et extérieur). Arc de Triomphe et tous les monuments et points intéressants de la ville. fr. **3 50**

Paris en Italie par le Saint-Gothard . . . . fr. **3 50**

Lucerne et ses environs. — 1 Album de 85 vues . . . . . fr. **3 50**

Guide-Album du Velay (Le Puy et ses environs) . . . . . fr. **4 50**

OUVRAGES ILLUSTRÉS PAR LA PHOTOGRAPHIE

D'APRÈS NATURE

BASTIDE (J. B.). **La Petite Maison.** 1899, une plaquette in-8° illustrée par la photographie d'après nature. Illustrée en couleurs fr. 6 »
Illustrée en noir . . . . fr. 3 50

BERGON ET LE BÈGUE. **Le Nu et le Drapé en plein air.** 1899, un vol. in-8° de 46 p. illustré de nombreuses reproductions en phototypie obtenues par la photographie d'après nature . . . . fr. 3 50

Les auteurs, fort connus pour leurs études de drapé et de nu. hardies et pourtant décentes, ont essayé de montrer qu'avec les progrès incessants des procédés le photographe artiste pouvait s'aventurer dans le domaine réservé jusqu'ici au peintre et au dessinateur. De nombreuses illustrations dans le texte et hors texte, font de cet ouvrage une des publications les plus intéressantes et les moins banales de l'Art Photographique.

BOISSONNAS (F.). **Dans les Roseaux.** Scènes enfantines en 40 tableaux, 1898, 1 album relié . . . . fr. 3 50

BOISSONNAS (F.). **Un Régal.** 1898, 24 planches en photocollographie réunies en un bel album dépliant sous couverture toile artistique. . . . . fr. 10 »

BOISSONNAS (F.). — **Un Dessinateur en Herbe.** 1898, album dépliant de 16 planches en photocollographie . . . . fr. 6

CLARETIE (JULES). **Mariage Manqué.** 1 vol. in-8° de 26 p. illustré par la photographie d'après nature . . . . fr. 6 »

Tirage à 500 exemplaires numérotés.

DAUDET (ALPHONSE). **L'Elixir du Révérend Père Gaucher.** Texte de A. DAUDET, illustration photographique d'après nature de H. MAGRON.

Il a été tiré de cet ouvrage :

26 exemplaires imprimés sur papier impérial du Japon avec une suite de gravures avant la lettre sur chine ; numérotés à la presse de 1 à 26. fr. 100 »

75 exemplaires imprimés sur papier vergé à la cuve avec une suite de gravures avant la lettre sur chine ; numérotés de 27 à 101 . . fr. 50 »

400 exemplaires imprimés sur papier vergé à la cuve numérotés de 102 à 501 . . . . fr. 25 »

Planches héliographiques, photogravure en creux, de P. DUJARDIN, tirées dans le texte, sur les presses de EUDES et CHASSEPOT. typographie en caractères gothiques de MERSCH, couverture artistique en couleurs tirée en héliogravure.

Cet ouvrage à obtenu :

Le *Diplôme d'honneur à l'Exposition du Livre*, 1894. La *Grande Médaille de Vermeil*, décernée par la *Société française de Photographie*, à la meilleure application de la photographie à l'illustration du Livre : Les deux plus hautes récompenses.

LAVALLEY (G.). **Le Maître de l'œuvre de Norrey.** Légende normande. Nouvelle édition avec illustrations par la photographie d'après nature, par H. MAGRON. 1894, 1 vol. in-4° de 100 p . . . . fr. 6 »

Lavalley (G.). **Un Chanoine enlevé par le Diable.** 1893, Légende normande, illustrée de seize reproductions aux encres grasses, d'après des clichés photographiques de personnages, motifs d'architecture, pris sur nature par Magron. Epuisé.

Le Bègue (René). **Douze petites Etudes de Femmes.** 1897, photographies imprimées en photocollographie, formant 1 album de 12 pl., sous cartonnage spécial. . . . . fr. **2** »

Ratisbonne (Louis.) **Petite Mère.** Poésie. 1896, illustrée de 8 pl. en phototypie, reproduisant les photographies de E.-D. de Nancy. fr. **2** »

Rouet. **Le Loup et l'Agneau.** 1894, adaptation photographique, illustrée par *la Photographie d'après nature,* de la fable de La Fontaine. 6 pl. en photographie, réunies en un album dépliant et renfermées dans un étui artistique . . . . fr. **2** »

GUIDES, RÉCITS DE VOYAGE, ETC.

(Collection des Albums) BERGERET. — Albums grands in-4° de 100 Vues photocollographiques, sous couverture simili-japon :

Les Villes d'eaux de l'Est. — Album contenant 100 vues de sites les plus goûtés des principales villes de cette contrée ; ces vues sont groupées avec goût en pages in-4° raisin, tirées sur papier de luxe, le tout sous couverture illustrée . . . . fr. **3 50**

Huit jours dans les Vosges. — Album de même format, même genre, comprenant les principales villes des Vosges ; Gérardmer et ses environs, etc. . . . . fr. **3 50**

L'Hiver à Cannes. — Album comprenant Cannes et les principaux sites, le château-fort, le carnaval de Cannes, bataille de fleurs, etc. fr. **3 50**

La Côte-d'Azur. — De Saint-Raphaël à Menton, Fréjus, Cannes, Nice, Villefranche, Beaulieu, Monaco, Monte-Carlo, Menton . . . . . fr. **3 50**

Nancy. — Place Stanislas, Hôtel-de-Ville (intérieur et extérieur). Arc de Triomphe et tous les monuments et points intéressants de la ville. fr. **3 50**

Paris en Italie par le Saint-Gothard . . . . fr. **3 50**

Lucerne et ses environs. — 1 Album de 85 vues . . . . . fr. **3 50**

Guide-Album du Velay (Le Puy et ses environs) . . . . . fr. **4 50**

BERTOT (J.). **PHOTO-GUIDES du Touriste aux Environs de Paris.** 1898, 4 vol. illustrés de 400 dessins, par CONRAD, et de 12 cartes et plans dressés sous la direction de l'auteur.

1er volume	. . . .	Seine.
2e —	. . . .	Seine-et-Oise.
3e —	. . . .	Seine-et-Marne.
4e —	. . . .	Grande banlieue.

Prix de chaque volume élégamment relié . . . . fr. **2 50**

BERTOT (J.). **GUIDES DU CYCLISTE** et du **Chauffeur** en **France** 1894. 12 vol. de 200 p. avec cartes, plans, itinéraires, chaque vol. fr. **3** »

1° De **Paris à Grenoble,** Lyon et Marseille (Haute-Bourgogne, Dauphiné, Provence. 1 volume.

2° De **Paris à Bordeaux**, Bayonne et La Rochelle (Touraine, Poitou, Bordelais). 1 volume.

3° De **Paris à Brest, Nantes** Bretagne). 1 volume.

4° De **Paris à Saint-Malo,** Cherbourg et Le Havre (Normandie). 1 volume.

5° De **Paris à Metz** et Strasbourg (Champagne, Lorraine, Alsace). 1 volume.

6° De **Paris à Belfort** et Genève (Basse-Bourgogne, Franche-Comté, Jura, Vosges). 1 volume.

7° De **Paris à Perpignan** et Nîmes (Bourbonnais, Auvergne, Languedoc). 1 volume.

8° De **Paris à toutes les Localités** des Environs, dans un rayon de 80 kilomètres. 1 volume.

9° **Excursions** aux environs de Paris. 1 volume.

10° Les **Côtes de France,** (Manche, Océan, Méditerranée). 1 vol.

11° De **Paris à Toulouse** et aux Pyrénées (Centre, Gascogne, Pyrénées). 1 volume.

12° De **Paris au Nord** de la France (Artois, Picardie, Haute-Champagne). 1 volume.

Le succès des Guides Bertot s'affirme de plus en plus ; ils ne sont plus vendus uniquement aux cyclistes, mais encore à des personnes désireuses de posséder sur notre beau pays de France des *renseignements intéressants et surtout exacts.*

Avec le guide d'une région, on peut voyager, non seulement dans les sens de l'itinéraire qui sert de titre au volume, mais sur tous les itinéraires possibles, en suivant une orientation quelconque, de sorte que le cycliste qui possède la collection complète des Guides, peut parcourir la France en tous sens.

Les Guides Bertot, très clairement écrits, imprimés en beaux caractères, conviennent parfaitement à tous les cyclistes, à tous les voyageurs.

BERTOT (J.). **Carte du Cycliste aux environs de Paris** fr. **3** »

BOISARD (P.). **Un Tour en Corse.** 1897, 1 vol. in-8° . . . . fr. **3** »

Récit de voyage, illustré par la Photographie d'après nature, contenant 21 phototypies dans le texte et 5 planches hors texte d'après les photographies de l'auteur.

DAULLIA (E.). **Le Tour du Mont-Blanc.** 1899, 1 vol. in-8° jésus de 305 p. illustré de 16 pl. en photocollographie . . . . fr. **7 50**

.·A.-M. **Le Mont Saint-Michel et ses merveilles.** L'abbaye, le musée, la ville, les remparts. D'après les notes du marquis de TOMBELAINE Mises en ordre par J. A. M. 1898. 10e édition, 1 vol. de 140 p. avec nombreuses illustrations de BERGEVIN. . . . . fr. **1** »

EXPOSITIONS

MENDEL (CHARLES). **Livret-Guide du Photographe à l'Exposition universelle** de 1900. 1 vol. in-18 de 192 pages, illustré de nombreuses gravures. . . . . fr. **0 75**

Exposition d'Art Photographique du Photo-Club Roannais (catalogue illustré de l'). 1897, 1 vol. in-8° raisin de 104 p. illustré de nombreuses reproductions photo-mécaniques . . . fr. **1** »

Pour donner au public une idée des œuvres exposées, les organisateurs ont fait reproduire en photogravure un certain nombre de compositions, heureusement choisies, qui font du catalogue de l'Exposition un charmant recueil de planches *d'illustration photographique d'après nature.*

Exposition d'art photographique de Bruxelles (album de l'). 1896, édition de grand luxe, contenant 28 pl. imprimées en différentes teintes, reproduites en simili-gravure et choisies parmi les œuvres les plus remarquables de l'Exposition.

1 vol. in-4°, reliure artistique, en pleine toile anglaise, dont il a eté tire :

10 exemplaires sur papier du Japon . . . . *(Epuisés)*.

490 exemplaires sur papier velin, numérotés de 11 à 500 . fr. **10** »

Il nous reste seulement quelques exemplaires.

NIEWENGLOWSKI. **La Photographie en 1892.** Première Exposition internationale de Photographie. Progrès de la chromophotographie. Union nationale des Sociétés photographiques de France. Enseignement de la photographie, etc., etc. 1893. 1 vol. in-16 de 125 p. . . . . fr. **1** »

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES

MENDEL (CHARLES). **Agenda du Photographe et de l'Amateur.** 1 vol. in-8° jésus de 300 p. illustré de nombreuses gravures . . . fr. **1** »

Année	1895	**1** franc	franco	**1 fr. 75**
—	1896	**1** —	—	**1** fr. **75**
—	1897	**1** —	—	**1** fr. **75**
—	1898	**1** —	—	**1** fr. **75**
—	1899	**1** —	—	**1** fr. **75**
—	1900	**1** —	—	**1** fr. **75**
—	1901	**1** —	—	**1** fr. **75**

Lorsque plusieurs Agendas nous sont demandés ensemble nous faisons l'envoi par colis postal et le port est le même que pour un seul, quel qu'en soit le nombre

L'Agenda CHARLES MENDEL paraît régulièrement tous les ans depuis 1895. Il est attendu chaque année avec impatience par les amateurs photographes, qui s'en disputent les éditions. Il contient tous les ans de nombreux renseignements photographiques, un formulaire, une partie scientifique, une partie littéraire et humoristique très goutée par les lecteurs, une revue de l'année écoulée. Enfin, un concours doté de nombreux prix est ouvert entre tous les lecteurs de cette publication, laquelle constitue sans contredit le plus grand succès de librairie photographique.

MENDEL (CHARLES). **Annuaire de la Photographie.** 1re année, 1900-1901. Un vol. in-16 de 310 pages. . . . . fr. **5** »

Cet annuaire est destiné à servir de trait d'union entre les amateurs photographes du monde entier.

La *première partie* comprend la liste, par ordre alphabétique, des amateurs et photographes : *a*) de Paris et du département de la Seine ; *b*) des départements ; *c*) de l'étranger ; la liste des Sociétés photographiques de France et de l'étranger ; enfin la mention des cours publics de photographie.

La *deuxième partie* mentionne les principales localités de France, des colonies et de l'étranger présentant des ressources au point de vue photographique, c'est-à-dire pourvues, soit d'un *Correspondant* accrédité de la *Photo-Revue*, soit de Sociétés locales d'amateurs, soit enfin de photographes, professionnels ou amateurs, offrant obligeamment leurs services aux amateurs. Cette section est complétée par une liste des hôtels munis d'une chambre noire.

La *troisième partie* comporte des renseignements d'utilité générale : une revue chronologique des événements photographiques de l'année écoulée ; des tableaux de coefficients, de conversion de mesures étrangères, de formats, etc.

Il est délivré au prix de **deux francs** aux souscripteurs, qui bénéficient d'une inscription de leurs noms et adresse moyennant un supplément de 1 franc.

Lors de sa publication en librairie, ce prix est porté à **cinq francs.**

Les adhésions sont reçues à toute époque de l'année.

PETIT PHOTOGRAPHE. (Le) mensuel, organe populaire de vulgarisation et de renseignement mutuel spécialement destiné aux débutants ; abonnement annuel pour le monde entier. . . . . fr. **1** »

PHOTO-REVUE, journal des Amateurs et des Photographes, *paraissant le dimanche.* — En vente chez tous les Libraires et dans les Gares.

Le numéro. . . . . fr. **0 10**

L'abonnement annuel. France et Algérie . . . . fr. **6** »

— — Etranger. . . . . fr. **8** »

Collections complètes de la *Photo-Revue* :

Du 15 avril 1893 au 15 avril 1895 (34 numéros)	fr.	**5** »
— 15 — 1895 au 15 — 1896 (24 —	fr.	**3 50**
— 15 — 1896 au 15 — 1897 (24 —	fr.	**3 50**
— 15 — 1897 au 15 — 1898 (24 —	fr.	**3 50**
— 15 — 1898 au 15 — 1899 (24 —	fr.	**3 50**
— 15 — 1899 au 15 — 1900 (24 —	fr.	**3 50**
— 15 — 1900 au 1er janv 1901 (38 —	fr.	**4 50**

PHOTO-REVUE, Edition de Luxe, paraissant le même jour que l'édition ordinaire.

Le numéro. . . . . fr. **0 25**

L'abonnement annuel, France et Algérie . . . . fr. **12** »

— — Etranger. . . . . fr. **15** »

Cette édition comprend le texte de la *Photo-Revue* ordinaire, imprimé sur beau papier à grandes marges. Chaque numéro contient des gravures hors texte, des encartages et des suppléments dn plus grand intérêt.

Collection complète et artistique de la *Photo-Revue*, édition de luxe.

Du 15 avril 1893 au 15 avril 1895 (34 numéros)	épuisée.	
— 15 — 1895 au 15 — 1896 (24 —	fr.	**6** »
— 15 — 1896 au 15 — 1897 (24 —	fr.	**6** »
— 15 — 1897 au 15 — 1898 (24 —	fr.	**6** »
— 15 — 1898 au 15 — 1899 (24 —	fr.	**6** »
— 15 — 1899 au 15 — 1900 (24 —	fr.	**6** »
— 15 — 1900 au 1er janv. 1901 (38 numéros)	fr.	**9** »

REVUE ILLUSTRÉE DE PHOTOGRAPHIE, donnant sous forme de fascicules *mensuels* tout ce qui constitue l'édition complète de luxe de la *Photo-Revue*, sauf la partie *Boîtes aux lettres*, *Nouveautés*, *Annnonces*.

Abonnement : { France et Algérie . . . . fr. **8** par an.
Etranger. . . . . fr. **10** —

REVUE ILLUSTRÉE DE PHOTOGRAPHIE, année 1900; 1 beau vol. in-8 jésus de plus de 300 pages, illustré de nombreuses planches hors texte et d'un grand nombre de figures et contenant, sous forme d'encartages, des suppléments qui augmentent encore le puissant intérêt de cette belle publication . . . . fr. **6** »

REYNER (A.). **L'Année Photographique 1899.** 1900, 1 vol in-16 de 16 pages illustré de 21 figures . . . . fr. **2** »

L'Année photographique est un livre indispensable pour le savant, le professionnel aussi bien que pour l'amateur; car, sous une forme succincte, il contient une foule de renseignements précieux pour l'application à tous degrés de la science photographique.

Le premier volume est consacré aux découvertes et aux nouveautés de l'année 1899. — *Un volume parait chaque année.*

REYNER (A.). **L'Année Photographique 1900** . fr. **3** »

EN VENTE A LA MÊME LIBRAIRIE

ARGY (D'). **Les Téléphones à Haute voix.** 1894, 1 vol. in-16 de 122 p. avec 17 croquis originaux. . . . . fr. **2** »

Instructions détaillées et précises pour la construction et la réussite de ces appareils.

BELEZE (MARGUERITE). **Conseils aux Amateurs pour faire une Collection de papillons.** 1892, 1 vol. in-16 de 82 p. illust. de 27 fig. fr. **1** »

BERGMANN (F.). **Le Petit Électricien.** 1901, 3e édition, 1 vol. in-16 de 100 p., illustré de 55 fig. et plans de pose . . . . . fr. **1** »

BERTRAND (V.-E.). **Les Silhouettes animées à la main.** 1893, 1 vol. in-8o de 192 p., avec 65 fig. et 12 dessins d'accessoires fr. **3 50**

Relié genre Bradel. . . . . fr. **6** »

Imprimé sur beau papier, reliure amateur . . . . fr. **10** »

BOSSAKIÉWICZ **Manuel du Collectionneur de timbres-poste.** 1 vol. de 252 p., illustré de 227 fig. et reproductions . . . fr. **3** »

BOUTTIER. **Les Jeux de table. — Le Jacquet** — 1899, 1 vol. in-18 de 100 p., illustré de nombreuses figures . . . fr. **0 75**

CHAPLOT. **La Théorie et la Pratique des Jeux d'esprit.** 1 vol. in-8o 214 p. avec 400 modèles de problèmes . . fr. **3 50**

COMBES (PAUL). **L'art d'empailler les petits Animaux** 1894, 2e édition, 1 vol. in-16 de 42 p., illustré de 16 fig. . . . . . fr. **0 60**

COUPIN (H.). Docteur ès-sciences. **Ce qu'on peut voir avec un petit Microscope.** 1897, 1 vol. in-16 de 120 p. avec 10 pl. renfermant 263 fig. dessinées d'après nature par l'auteur . . . . fr. **2** »

DAGUIN ET BARDIES. **Les Ordres de Chevalerie autorisés en France** 1 vol. in-8o jésus, 200 fig. et de 16 planches en couleurs fr. **12** »

DROUIN (F.). **L'Acétylène.** 1899, 2e édition, revue et augmentée, 1 vol. in-8° de 210 p. illustré de 52 fig. . . . . . . fr. **3 50**

FABRY (EUG.), prof. à la Faculté des Sciences de Montpellier. **L'art de construire les Ballons en papier.** 1894, 1 vol. in-8° raisin de 140 p. avec 19 pl. . . . . fr. **2 »**

FERREYROL (M.). **Manuel pratique pour la fabrication économique des Liqueurs et des Spiritueux sans distillation.** 1894, 1 vol. in-16, 135 p. broché . . . . fr. **1 25**

GAILLARDIE (Dr) **Les Poids anciens des Villes de France** 1898 Un album in-4 écu relié en pleine toile . . . . fr. **10 »**

GRAVIER (CH.). **Le Livre.** Brochure avec gravures **0 50**

HENRI (docteur R.-H.). **Le Diabète sucré.** Ses causes, ses effets; sa guérison. 1897, 4e édition, 1 brochure in-8° de 60 p. . . . . . . fr. **0 75**

HUCHE (G.). **Conseils pratiques aux Amateurs d'électricité.** Pour la fabrication économique des piles, sonneries, accumulateurs, allumoirs, appareils de sûreté, etc. 1898, 4e édition revue et augmentée, 1 vol. in-16 de 80 p. illustré de 59 fig. . . . . fr. **1 »**

LABITTE (A.). **Traité pratique de la chasse à tir.** 1894, 1 vol. in-18 de 120 p. avec gravures . . . . fr. **1 50**

LABITTE (A.). **Traité élémentaire du Blason.** 1893, 1 vol. in-8° de 280 p. illustré de 562 fig. explicatives et accompagné d'un vocabulaire propre à cette science.

Broché . . . . fr. **3 50**

Relié genre Bradel . . . . fr. **6 »**

LABITTE (A.). **Missel aux Papillons,** prêt à être enluminé avec une planche tout enluminée pour servir de modèle, le tout dans un élégant cartonnage . . . . fr. **3 »**

LABITTE (A.). **Les Manuscrits et l'Art de les orner.**

Trois livres composent ce magnifique ouvrage :

1° Le premier est consacré à un aperçu général sur les manuscrits et leur ornementation à toutes les époques ;

2° Le deuxième contient des descriptions fac-similé et spécimens de manuscrits depuis le VIIIe siècle jusqu'au XVIIe siècle ;

3° Le troisième traite de l'*Enluminure Moderne.*

Avec 286 reproductions, la plupart en pleine page . . . . . fr. **20 »**

Relié demi-chagrin . . . . fr. **27 50**

Reliure d'amateurs, coins, tête dorée . . . . fr. **30 »**

Il a été tiré de cet ouvrage 15 exemplaires numérotés à la presse sur papier du Japon, des manufactures impériales de l'Insetsu Kioku, à Tokio . . . . fr. **100 »**

LARBALÉTRIER (A.). **Les Falsifications des Denrées alimentaires.** 1894, 1 vol. in-16 de 115 p. avec figures . . . . . fr. **1 25**

LARBALÉTRIER (A.). **Les Plantes dans nos habitations,** sur les terrasses les fenêtres et les balcons. 1895, 1 vol. in-12 de 215 p. illustré de nombreuses gravures . . . . fr. **2 »**

LARBALÉTRIER (A.). **Acclimatation pratique des Plantes et des Animaux,** utiles à l'industrie, aux arts et à l'agriculture, avec une introduction de M. DE QUATREFAGES. Membre de l'Institut. 1895, 1 vol. in-12 de 135 p. illustré. . . . . fr. **2 »**

LEMERCIER DE NEUVILLE. **Les Pupazzi Noirs.** Ombres animées, construction du théâtre, machination des personnages, intermèdes et pièces, cinquante-trois modèles d'ombres, cinquante-six planches détaillant le mécanisme. 1 vol. de 310 p. in-8° . . . . fr. **6** »

L'ESPRIT (A.). **Eléments de Cryptographie.** Ecriture secrête, écriture chiffrée, polygraphie, cryptographie, sténographie. 1899, 1 vol. in-16 de 24 p. . . . . fr. **0 60**

MATHET (L.). **L'Eclairage à l'Acétylène.** 1897, 1 brochure in-8°, illustrée d'un dessin . . . . fr. **0 50**

PERROUX (JULES). **Manière de fabriquer soi-même les Capuchons à incandescence par le gaz.** 1899, 3e édition 1 brochure in-16 de 32 p. illustrée de 7 fig. . . . . fr. **1** »

REILLES (N. DE). **L'Art de composer les Vers.** Petit abrégé de versification française à l'usage des Sphinx et des Amateurs de jeux d'esprit. 1893, 1 vol. in-16 de 30 p. . . . . fr. **0 50**

TOTO. **Le Livre des Amusettes.** 1899, 1 vol. in-16 de 180 p. illustré de 43 planches . . . . fr. **2** »

TRANCHAT (CH.). **La Science pratique appliquée aux arts industriels.** 1 vol. in-16. . . . . fr. **1** »

VIAUD (GABRIEL). **La Nature et la Vie.** Régénération de l'homme par le végétal. Ouvrage couronné par la Société d'Encouragement au Bien. 1897, 1 fort vol. in-16 de 250 p. . . . . fr. **3 50**

VILLANOVA (L. DE). **La Papyrographie.** Moyen de produire des dessins en superposant des papiers d'épaisseurs différentes qui, présentés à la lumière du jour ou d'une lampe, donnent l'illusion de la photographie. 1897, 1 vol. de 80 p. illustré de 80 dessins. . . . . . fr. **2** »

LA SCIENCE EN FAMILLE. Revue illustrée de Vulgarisation Scientifique. Publication couronnée par la « Société d'Encouragement au Bien ». Médaille d'honneur et honorée d'une Souscription du Ministre de l'Instruction publique de plusieurs Gouvernements.

Cette publication se recommande à toutes les personnes qui recherchent les distractions intelligentes. Elle s'occupe presque exclusivement de Science pratique, de Travaux d'Amateur et de Récréations. Chacun de ses numéros contient en outre un ou plusieurs articles sur la Photographie d'amateur. Aussi engageons-nous débutants et praticiens à la lire régulièrement.

Abonnement :	France	fr. **6** »
—	Etranger	fr. **8** »
Le Numéro		fr. **0 25**

La collection complète de la *Science en Famille* forme au 1er décembre 1900, **14** magnifiques volumes de bibliothèque. Format grand in-8° jésus, illustrés de nombreuses gravures, imprimés sur beau papier teinté et constituant une véritable *Encyclopédie de l'amateur* dans laquelle on trouvera de très nombreux et intéressants articles sur la Photographie, l'Electricité, les Travaux d'amateur, les fantaisies et distractions scientifiques dont la *Science en Famille* s'est fait une spécialité.

Prix du volume broché	fr. **6** »
— — relié	fr. **8** »
La collection complète brochée	fr. **84** »
— — reliée	fr. **112** »



Imp. D. ANTOINE, Saint-Quentin. — 3849.



TOURS. — IMPRIMERIE DESLIS FRÈRES.